



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTA:
JOSUE ISRAEL DZIB CHAN**

**ASESOR:
NOEL ANTONIO GONZÁLEZ VALDIVIA**

**TÍTULO:
Plántulas de *Canella winterana* inducidas en su crecimiento en vivero por
tres biofertilizantes comerciales**

JUNIO 2023



Liberación del director

Liberación del sinodo

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, por permitirme contar con la salud y la sabiduría para cumplir con el reto que representó mi formación en la carrera de Ingeniería Forestal. También por las capacidades que me ha otorgado para desarrollar esta investigación y completar mi tesis.

Agradezco profundamente a mi familia por apoyarme económica, emocional y humanamente, aconsejándome en cada momento durante estos cuatro años y medio, primordialmente a mi madre Rebeca Chan Uicab, a mis hermanos Fredy Eduardo, Ernesto Alfonzo, Julio Eliezer y a mi hermana Diana Esther.

También agradezco al Dr. Noel Antonio González Valdivia, por asesorarme en la conducción y adecuada redacción de esta tesis, así como formar parte del equipo de colaboradores del Laboratorio De Agroecología Y Agricultura Orgánica Sostenible (LAAOS). Al Ing. Jorge Luis García Lanz por compartir toda su sabiduría con nuestra generación.

Con mucha gratitud por mis amigos, quienes me apoyaron en las distintas actividades propias y colectivas en nuestro crecimiento como investigadores: Diego Armando May Ayil, José Ramiro Poot Uc, Rosa Anahí Cruz Martínez, Álvaro Omar Sima Cima, Diego Manuel Can Chan y Mónica Joselyn Sima Te.

DEDICATORIAS

Esta tesis va dedicada a Dios. También a mi madre Rebeca Chan Uicab, por apoyarme, aconsejarme, impulsarme a seguir mis estudios y por enseñarme a trabajar para cumplir mis sueños. A mis hermanos Fredy Eduardo Dzib Chan, Ernesto Alfonso Dzib Chan, Julio Eliezer Dzib Chan y Diana Esther Dzib Chan, por apoyarme con sus consejos en la vida estudiantil, así como las enseñanzas en algunas situaciones estudiantiles para poder sobresalir en mis estudios.

RESUMEN

Los biofertilizantes son productos que están compuestos principalmente por microorganismos que inducen el crecimiento de las plantas por medio de procesos biológicos que influyen en la asimilación de nutrientes, así como inhibidores de patógenos en estos mismos. La *Canella winterana* es un árbol que se desconoce sobre su producción *ex situ*, y el uso de biofertilizantes en esta especie fungirá para conocer sobre el crecimiento de esta planta en condiciones de vivero y así como la supervivencia de esta. Se usaron plántulas de *Canella winterana* en el que se aplicaron tres biofertilizantes: Biozyme, Fosfonat, Tsemina y en comparación con el testigo, y estos fueron sometidos a diferentes tiempos de exposición, se midieron tres variables de crecimiento para esta especie quincenalmente. Únicamente se reportaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis $H=13.82$, $p=0.003$) en el diámetro del tallo de las plántulas influido por Tsemina. En las demás variables las respuestas fueron semejantes para los biofertilizantes entre sí y respecto al testigo. Con base a estos resultados se recomienda utilizar el biofertilizante Tsemina como alternativa de mejoramiento para el manejo de plántulas de *Canella winterana* en vivero. El biofertilizante Fosfonat y el Biozyme no superan al testigo en ninguna variable, por lo cual no son opciones para el manejo en vivero en plántulas de *Canella winterana*.

Palabras clave: Inductores del crecimiento, microorganismos, auxinas, micronutrientes, micorrizas, árboles tropicales.

Contenido

Liberación del director	I
-------------------------------	---

Liberación del sinodo.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN	IV
INDICE DE CUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS	VII
OBJETIVOS.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Generalidades sobre la <i>Canella winterana</i>	2
2.1.2 Hormonas vegetales.....	3
2.4 Biofertilizantes.....	7
3. MATERIALES DE METODOS.....	9
4. RESULTADOS	11
4.1 Mortalidad y Supervivencia	11
4.2 Altura de plántulas	11
4.3 Altura de plántulas por muestreo.....	12
4.4 Diámetro del tallo en las plántulas.....	13
4.5 Diámetro del tallo por muestreo	14
4.6 Número de hojas.....	15
4.7 Número de hojas por muestreo	16
5. DISCUSIÓN	17
5.1 Mortalidad y supervivencia de plántulas en vivero.....	17
5.2 Altura de la plántula	18
5.3. Diámetro del tallo.....	19
5.4. Número de hojas.....	20
6. CONCLUSIÓN.....	20
7. RECOMENDACIÓN	21
8. BIBLIOGRAFIA	22
9. ANEXO	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resultado del crecimiento en altura final en la plántula de <i>Canella winterana</i> bajo 3 biofertilizantes y un testigo manejado en vivero en Chiná, Campeche, México.....	13
Cuadro 2. Resultado del crecimiento en altura en la plántula de <i>Canella wintera</i> bajo diferentes tiempos de exposición a biofertilizantes y un testigo, en condiciones de vivero en Chiná, Campeche, México.....	13
Cuadro 3. Resultado del crecimiento en diámetro final en la plántula de <i>Canella winterana</i> bajo tres biofertilizantes y un testigo manejado en vivero en Chiná, Campeche, México.....	15
Cuadro 4. Resultado del crecimiento en diámetro final en la plántula de <i>Canella winterana</i> bajo diferentes tiempos de exposición a biofertilizantes y un testigo, manejada en vivero en Chiná, Campeche, México	15
Cuadro 5. Resultado del crecimiento en número de hoja por plántula de <i>Canella winterana</i> bajo tres diferentes tiempos de exposición a biofertilizantes y un testigo, en vivero en Chiná, Campeche, México.....	17
Cuadro 6. Resultado del crecimiento en número de hojas en plántulas de <i>Canella winterana</i> bajo diferentes tiempos de exposición a biofertilizantes, manejada en vivero en Chiná, Campeche, México.....	17

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mortalidad y supervivencia de plántulas de <i>Canella winterana</i> después del trasplante en condiciones de vivero <i>ex situ</i> en Chiná, Campeche	12
--	----

Figura 2. Comportamiento de la altura de las plántulas de <i>Canella winterana</i> después del trasplante en condiciones de vivero <i>ex situ</i> en Chiná, Campeche	14
Figura 3. Comportamiento del diámetro del tallo en plántulas de <i>Canella winterana</i> después del trasplante en condiciones de vivero <i>ex situ</i> en Chiná, Campeche.....	16
Figura 4. Comportamiento del número de hojas generadas en plántulas de <i>Canella winterana</i> después del trasplante en condiciones de vivero <i>ex situ</i> en Chiná, Campeche.....	18

OBJETIVOS

Objetivo general

Ampliar el conocimiento sobre el crecimiento de *Canella winterana* bajo condiciones de vivero *ex situ* y del efecto de tres biofertilizantes micorrizógenos y hormonal.

Objetivos específicos

Cuantificar el crecimiento, así como la mortalidad y supervivencia en vivero *ex situ* de *Canella winterana* procedente de Calakmul, Campeche

Comparar información generada a partir de los diferentes biofertilizantes inductores del crecimiento en las plántulas de *Canella winterana* en vivero, y si hay diferencia significativa debido a estos.

HIPOTESIS

H1: Al menos un biofertilizante tiene efectos en el crecimiento, supervivencia o mortalidad que lo hacen diferente de los demás al utilizarse en *Canella winterana* en vivero.

H0: No existe diferencia significativa entre los efectos provocados por los biofertilizantes en el crecimiento, supervivencia o mortalidad de *Canella winterana* en vivero.

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos no maderables que proporcionan la diversidad de flora nativa en las selvas son poco valorados y aplicados a nivel de industrializados, y en ocasiones solamente se aplican nivel regional. Los PFNM son productos derivados de las plantas sin tener en cuenta la parte leñosa de la planta, principalmente obtenidos de bosques y estos otorgan un beneficio a la humanidad, sin embargo, estos son productos considerados de interés mínimo (López-Camacho, 2008). Algunos de los productos que se pueden obtener en las plantas se encuentran las resinas, fibras, Gomas, ceras, tierra de monte y otros productos como semillas, hongos y frutos, pero en otras plantas con propiedades similares que aún se desconocen debido a la gran diversidad de flora que albergan los bosques (Tapia-Tapia & Reyes-Chilpa, 2008).

La Canella winterana es un árbol que puede alcanzar una altura de hasta 20 m, dentro de su área de distribución esta se distribuye en México y principalmente en la Península de Yucatán principalmente en Campeche en la zona de Calakmul, sin embargo, es una especie poco conocida en campeche entorno a su reproducción y manejo en vivero. Este árbol se le otorgan diversidad de usos como aromática, medicinal y maderable, sin embargo, se pueden realizar diversidad de estudios con enfoque a la presencia de metabolitos secundarios presentes en las hojas. La investigación se enfocó en la inoculación de tres biofertilizantes comerciales y así medir el crecimiento para obtener datos sobre si los biofertilizantes comerciales tienen efecto en las plántulas de Canella winterana. Los compuestos presentes en los biofertilizantes principalmente tienen formulación a base de hormonas vegetales, así como micronutrientes y microorganismos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades sobre la *Canella winterana*

En la familia de las Canellaceae hay plantas que se consideran aromáticas y estas se pueden encontrar en diferentes hábitos de crecimiento y en los que ocasionalmente se observan en árbol, arbolitos y arbustos (Salazar & Nixon, 2008). Las plantas pertenecientes a la familia Canellaceae, se incluyen en 23 especies distribuidas en 6 géneros (Müller, Salomo, Salazar, Naumann, Jaramillo, Neinhuis, Feild & Wanke, 2015). S. Dentro de estos géneros se encuentra Canella, que contiene a *Canella winterana* como única especie por lo que es monofilético (De Castro-Oliveira, Karin-De Lima, Alves-Marques & Losada-Gavilanes, 2019).

La canela che (*C. winterana*) es una especie que generalmente se encuentra en América, particularmente en las Antillas y la cuenca del Caribe (Asprey & Robbins, 1953). En el continente americano se distribuye naturalmente en Florida hasta Mesoamérica y Antillas (Gutiérrez-Báez et al. 2019). En México se encuentra en el sureste de México en Península de Yucatán, principalmente en el estado de Campeche, en la zona de Calakmul (Martínez & Galindo-Leal, 2002). Se le conoce como Canela, Canela de cuyo y en maya como Canela-che' (Fernández-Concha, 2011).

Murcia et al. (2016), describen a esta especie como un árbol con una altura de entre 5 a 6 metros y con un diámetro a la altura del pecho de 20 cm y cuentan con hojas y corteza que la distinguen por ser aromáticas, las hojas se encuentran distribuidas en espiral, las flores de la especie forman inflorescencia que cada flor cuenta con 3 sépalos y cinco pétalos rojizos y el fruto son distintivos por ser bayas rojas. Daley & Zimmerman (2019) la describe como un árbol que alcanza una altura de entre 7 a 10 m de altura, con corona verde oscura, corteza gris suave y frutos en bayas rojas en el que se encuentra la semilla cubierta por una resina pegajosa.

Aunque la diferencia en torno a altura y el DAP (1.3 m) puede variar por las condiciones en que desarrolla como también por factores abióticos y la topografía en el que se desarrolla, debido a que en Campeche según Ochoa-Gaona, Ruíz-González, Álvarez-Montejo, Chan-Coba & De Jong (2018) la describen como un árbol o arbusto de hasta 20 m de altura, con corteza entre café oscura y cuenta con hojas simples, alternas en disposición helicoidal.

Entre los usos que se le otorgan a la *C. winterana* se encuentra lo medicinal principalmente utilizando las partes vegetativas de la planta como la corteza y follaje para tratamientos de reumatismo y para el estómago (empacho y pasmo en mujeres posparto), sin embargo, también es maderable principalmente para perdigas, arados y vigas (Guerra, 2014).

Se determina que esta es una planta toxica debido a sus agentes de toxicidad que presenta esta especie, se ha determinado que cuenta con metabolitos tóxicos como los Sesquiterpenoides fitotóxicos y este puede afectar gravemente al ser humano hasta la muerte (Macias-Peacock, Suárez-Crespo, Berenguer-Rivas & Perez-Jackson, 2009). Sin embargo, las plantas cuentan aun con más metabolitos secundarios esto en extracto etanólico, etéreo y acuoso teniendo así presencia de metabolitos en el follaje como alcaloides, triterpenos, esteroides, coumarinas, y lactonas, como también carbohidratos reductores, taninos, fenoles y aminoácidos (Guerra, 2014).

2.1.2 Hormonas vegetales

Los requerimientos de una planta para su desarrollo y crecimiento se debe principalmente la absorción de nutrientes, el proceso fisiológico como la fotosíntesis, la absorción de agua, así como la interacción de sustancias químicas que inducen el crecimiento de la planta, conocidas como hormonas vegetales (Reyes Mérida, 2013). Las hormonas o fitohormonas vegetales son compuestos generados naturalmente que tienen presencia en las plantas en bajas concentraciones las cuales interactúan en la modificación de procesos fisiológicos y bioquímicos en las que destacan la división celular, el crecimiento en la raíz y órganos aéreos (Lluna Duval, 2006; Bisht, Rawat, Chakraborty & Yadav, 2018; Porta & Jiménez-Nopala, 2019).

El término de fitohormona vegetal deriva principalmente de hormona vegetal, teniendo el mismo significado, dentro la interacción de los procesos fisiológicos que modifican y se encuentra el crecimiento, diferenciación y el desarrollo (Davies, 2010). La hormona es un término asignado que en griego tiene un significado denominado estimular o poner en marcha (Cantero-Navarro, 2014). Según Castañeda-Alvares (2020) las hormonas se pueden distinguir de diferentes maneras, es decir, que hay 2 grupos en donde se encuentran los denominados reguladores de crecimiento producidos mediante compuestos artificiales y son sintéticos a diferencia de las hormonas naturales que estas se encuentran en las plantas. Aunque hay diferencia de actores respecto a los términos

entre reguladores de crecimiento según Saborío (2002) define a los reguladores de crecimiento como sustancias orgánicas presentes en las plantas estas en pequeñas cantidades y cuyas interacciones promueven, inhiben y modifican procesos fisiológicos. Por otro lado, Alcantara-Cortes, Acero-Godoy, Alcántara-Cortés & Sánchez-Mora (2019) define a los reguladores de crecimiento vegetal como sustancias sintetizadas químicamente y en ocasiones se obtienen de otros organismos, que se relacionan a las fitohormonas y estas intervienen en los vegetales a nivel celular. Las hormonas que hasta ahora se encuentran presentes y entre las que podemos mencionar se encuentran las auxinas, giberelinas (GA), citoquininas (CK), ácido abscísico (ABA), Etileno, Jasmonatos (JA), ácido salicílico (SA), brasinosteroides, poliaminas y estrigolactonas (Medina – García, 2003; Alcantara-Cortes et al., 2019).

Con base en los dos términos antes mencionados, se puede deducir que los reguladores de crecimiento comerciales representan productos modificados químicamente para luego ser aplicados a las plantas. Esto difiere de las hormonas vegetales ya que estas tienen presencia endógena en las propias plantas, es decir son naturales en ellas, pero se encuentran en bajas concentraciones. Cada hormona vegetal y regulador de crecimiento cumplen diferentes funciones en las plantas dentro que destacan los principales y ejecutados en este proyecto se encuentran las auxinas, giberelinas y citoquininas: Auxina: en esta familia podemos encontrar una clasificación de distintos compuestos que ejecutan una actividad similar a la verdadera.

Dentro el grupo de las auxinas podemos encontrar naturalmente en la planta el ácido 3-indol-acético con nomenclatura (AIA) de manera orgánica (Bisht et al., 2018). Pero también se encuentran las producidas de manera sintética como el ácido indol-butírico (IBA), ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y por último el ácido α -naftalenacético (Alcantara-Cortes et al., 2019). Las auxinas interactúan en varias maneras en las plantas generalmente en la elongación y división celular en el cambium conjuntamente con citoquininas, aunque también interactúa en los órganos de transporte en las plantas como en el xilema y floema como también en la formación de raíces secundarias y adventicias entre otros aspectos (Lluna Duval, 2006). Los productos reguladores de crecimiento con contenido de auxinas se aplican en la agricultura principalmente por la capacidad de fungir como enraizadores y pudiendo reproducir por medio de órganos vegetativos de

una planta principalmente en frutales, ornamentales y plantas productoras de interés comercial (Borjas-Ventura, Julca-Otiniano & Alvarado-Huamán 2020).

Giberelinas: las hormonas en este grupo cuentan con diversidad de compuestos orgánicos naturales estas en tejidos vegetales, pero la que se conoce más es el ácido giberélico (GA3) producido por un hongo denominado *Giberella fujikuroi* (Lluna Duval, 2006). Pero también hay otros componentes dentro los compuestos de la giberelina tal es el caso de GA1, GA2, GA3 cumpliendo diferentes funciones (Alcantara-Cortes et al., 2019).

Aunque el componente que tiene efecto en las plantas es el GA1, que provoca, en la planta, la elongación del tallo, que conlleva a su vez, el incremento en crecimiento de las plantas (Davies, 2010; Castañeda-Alvares, 2020). Las giberelinas tienen otras funciones, como es el caso del rompimiento de la latencia y efectos en el endospermo y células embrionarios en las semillas, afectando así, al proceso de germinación (Miransari & Smith, 2014).

En las plantas de igual manera influyen en la floración con llevando en el amarre y crecimiento de frutos (Saborío, 2002). Se han usado en la agricultura, como en el caso de su aplicación foliar en plantas de tomate, que demostró el incremento en altura, el diámetro de tallo, el largo y número de hojas, como mejora de la calidad de plántula antes del trasplante (Martínez et al., 2013).

Citoquininas: dentro este grupo podemos encontrar la adenina que es un compuesto natural (Cantero-Navarro, 2014). Aunque se han descubierto otras sustancias como lo son la benciladenina (sintética), zeatina y la kenetina (Bisht et al., 2018). Al ser sustancias naturales es común que estas se ubiquen en el floema y xilema, los efectos que producen estas sustancias intervienen en la división celular, crecimiento de yemas como también interactúa en las semillas en los procesos de germinación (Lluna Duval, 2006).

Complementando los procesos en que interactúan también encontramos la expansión de la hoja y en procesos a nivel celular como la formación de células e interacción de apertura de las estomas (Davies, 2010). La aplicación de fitorreguladores con contenido de giberelina en plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*), tuvo efecto en el crecimiento de la plántula principalmente altura, diámetro, número de hojas y auxinas elaboradas con lenteja presentaron efecto al incremento de raíz y peso de plántulas (Fuentes-Ceballos, 2021).

3. Las micorrizas

Las micorrizas son hongos que interactúan con la raíz de las plantas y estos actúan en beneficio mutuo, aunque estos podrían afectarse por factores abióticos y bióticos en el que solamente uno terminara beneficiado. El término micorriza deriva principalmente de 2 palabras del griego “myces” (hongo) y “rizha” (raíz), lo cual conjuntamente se determina que es interacción entre hongos y las raíces de las plantas (Camargo-Ricalde, Montaña, De la Rosa-Mera & Montaña Arias, 2012).

Con relación a una definición del término de acuerdo a Andrade-Torres (2010), considera a la micorriza como “proceso ecológico-resultado de una historia evolutiva– caracterizado por una interacción en la que las hifas de al menos una especie de hongo y las raíces secundarias de una o más plantas conforman una estructura a través de la cual se realiza un intercambio de agua, nutrimentos y reguladores del crecimiento”. Aunque por otro lado de Osorio (2012), define a la micorriza como una asociación simbiótica presente de manera natural entre el principal órgano de una planta en el que derivan varias funciones y es la raíz de especies vegetales con hongos del suelo.

Cruz-Ulloa (1999) define a las “micorrizas como un “resultante de la asociación mutualista entre las raíces de las plantas y hongos del suelo, en la que ambos participantes obtienen beneficios”. Las definiciones tienden a tener relación en el que actúan en el principal órgano de la planta en donde estas se alimentan lo cual es la raíz de plantas y se asocian con hongos en beneficio por medio de una asociación simbiótica y está presente de manera natural.

El mutuo beneficio entre raíz de las plantas y hongos es interesante esta interacción y de acción debido a que los hongos otorgan a las plantas a partir del suelo los nutrientes minerales y agua, y así como también controladores contra patógenos para que este crecer adecuadamente a diferencia del hospedante el árbol proporciona a los hongos azúcares producto de la fotosíntesis y hábitat (Honrubia, 2009; Camargo-Ricalde *et al.*, 2012).

Hay al menos siete tipos de micorrizas dentro las que se encuentran: Ectomicorriza, Ectendomicorriza que cuenta con otra Micorriza arbutoide, Micorriza monotropoide, y la Micorriza arbuscular (Endomicorriza) en el cual cuenta con otras micorrizas pertenecientes a endomicorrizas como Micorrizas de orquídeas, Micorriza ericoide

(Andrade-Torres, 2010). Endomicorrizas: es la micorriza que no se observa a simple vista debido a que no se observa un manto externo es decir el hongo penetra dentro de las células del córtex de la raíz y así asociándose entre sí (Nogales-García, 2006). La importancia de esta micorriza es el efecto que tienen en las plantas generando en si absorción de nutrientes en el suelo, absorción de agua, protección contra agentes patógenos e importancia en el papel ecológico (Aguilera-Gómez, Olalde-Portugal, Arriaga & Contreras- Alonso, 2007).

El uso de las endomicorrizas o micorriza arbuscular en el jitomate se ha usado en plántulas las cuales han tenido efecto en altura y la longitud de la raíz lo cual demostró un efecto considerable para el trabajo del jitomate (Arias-Mota, Romero-Fernández, Bañuelos-Trejo y De la Cruz-Elizondo, 2019). Los hongos micorrizógenos y los árboles tropicales tienen una relación poco estudiada, pero que no limita su importancia ecológica (Camargo-Ricalde et al. 2012). De esta manera algunos estudios demuestran su relevancia en el manejo de los recursos forestales. En *Cedrela odorata* el uso de endomicorriza aportaron mayor resultado como características morfológicas para la calidad de plantas (Fernández-Cruz, 2013).

2.4 Biofertilizantes

Los biofertilizantes son productos a base de microorganismos que interactúan de dos maneras, y son utilizados para el suelo y planta, así propiciando y mejorando la asimilación de sustancias que inducen el crecimiento, estas sustancias inclusive son capaces de sustituir o complementar la fertilización sintética y también intervienen en la inhibición de agentes patógenos Armenta-Bojórquez, García-Gutiérrez, Camacho-Báez, Apodaca-Sánchez, Gerardo-Montoya & Nava Pérez, 2010). El termino biofertilizante no solamente se relaciona como una sustancia a base de microorganismos que interactúan en las plantas, también entran en relación los biofertilizantes a base de abonos verdes y preparados de estiércol como también extractos con partes vegetales de las plantas (Grageda-Cabrera, Díaz-Franco, Peña-Cabriales y Vera-Nuñez, 2012).

De acuerdo a Aguado-Santacruz (2012), el uso del término biofertilizante aplica cuando los microorganismos compuestos en el producto son cultivados y agregados en una proporción exacta ya formulada a diferencia de los productos orgánicos (estiércol, residuos vegetales entre otros) aunque en estos interactúan microorganismos dentro sus

procesos se desconoce su composición exacta y se le denomina fertilizantes orgánicos. Como afirma, Cruz-Alonzo, (2011) que los fertilizantes orgánicos son los derivados a base de estiércol de animales, restos orgánicos y material vegetal.

Los microorganismos del suelo o aplicados a base de los biofertilizantes están conformados principalmente con bacterias, actinomicetos (bacterias filamentosas) y hongos que interactúan en las plantas juntamente con estos microorganismos y así actúan de manera benéfica pero también afectándolas durante su desarrollo (Barea *et al.*, 2005; Mäder *et al.*, 2011 citado por Castellanos, Rincón & Arguello, 2015). La asociación de tres componentes como el suelo, raíz y microorganismos es el sitio es conocido como la rizosfera y donde los microorganismos se desarrollan adecuadamente y donde se cumplen tres acciones principalmente por hongos y bacterias además de la degradación de nutrientes que están presentes en los ciclos biogeoquímicos, dentro de estas se encuentran: la degradación de residuos orgánicos, bacterias del crecimiento vegetal así como hongos y bacterias que actúan en la erradicación de patógenos causantes de enfermedad en las raíces de las plantas (Pedraza, Teixeira, Fernandez-Scavino, Garcia-De Salamonte, Baca, Azcón, Baldani, Bonilla, 2010).

Los biofertilizantes microbianos son productos que se pueden elaborar en estados sólidos y líquidos, al ser aplicados en el suelo, semillas y plantas inician sus funciones en actividades biológicas, como la descomposición o síntesis de nutrimentos para la asimilación de esta por las plantas (Cruz-Alonso, 2011). Hay diversidad de microorganismos que interactúan en diferentes actividades biológicas en el suelo y que interactúan con las plantas para la proporción de nutrientes asimilables para estas, dentro las que se encuentran acciones de solubilización de fosforo, hierro o producción de sideróforos, potasio y fijación de nitrógeno (Restrepo-Correa, 2017).

Los microorganismos que influyen con beneficio en las plantas, como los géneros *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter* y *Flavobacterium* son conocidas como rizobacterias y están en el conjunto de bacterias que se les conoce como bacterias promotoras de crecimiento Vegetal (BPCV) (Sánchez-López, Gómez-Vargas, Garrido-Rubiano y Bonilla-Buitrago, 2012).

3. MATERIALES DE METODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el Instituto Tecnológico de Chiná, y este se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable (LAAOS). El material genético para el desarrollo de la investigación fue procedente de la zona de Calakmul, seleccionando el mejor árbol que cuenta con las características fisiológicas que la determinan como un árbol libre de plagas y enfermedades para la aportación de un material genético en condición para su reproducción. El material genético se había reproducido en un anteproyecto, donde las semillas de la especie *Canella winterana* fueron sometidas a inmersión bajo diferentes biofertilizantes inductores del crecimiento: Biozyme, Fosfonat y Tsemina.

Una vez las semillas germinadas y emergidas las plántulas, se le dio un reposo de dos meses en charolas bajo condiciones controladas, una vez que estas mostraron hojas verdaderas y tallos lignificados se trasplantaron a bolsas de polietileno teniendo en cuenta que el sustrato fue elaborado a base de tierra roja luvisol y hojarasca descompuesta en una proporción 80/20 en volumen.

El trasplante de las plántulas se realizó de manera cautelosa con el fin de no dañar la parte aérea y subterránea de las plántulas así como la colocación de estas al sustrato final para su crecimiento durante la fase de la investigación, teniendo en cuenta el aplastando de la base entre tallo y suelo para delimitar exceso de aire, conjuntamente se realizaron actividades agronómicas en el sitio que se delimito para el establecimiento de un vivero temporal en donde se realizó actividades de limpieza ante maleza y hojarasca para evitar plagas y enfermedades previamente las plantas establecidas en el vivero se le realizó riego a las plántulas dos veces por semana esta cuando se requería debido a que se veían beneficiadas por las lluvias.

Las variables que se tomaron durante el desarrollo de la investigación que se inició una vez las plantas se encontraban establecidas en el vivero temporal, se realizaron mediciones quincenales por cada plántula tomando en cuenta 3 variables para conocer sobre el crecimiento que esta especie desarrolla en vivero y así determinar si hay efecto en el crecimiento: altura de plántula, diámetro del tallo y número de hojas generadas por plántulas, esto con ayuda de herramientas como vernier electrónico para la medición del diámetro del tallo y flexómetro para la medición de la altura de las plántulas, para la medición del número de hojas generadas por plántulas se realizó de manera manual.

El análisis y procesamiento de datos, se harán base de datos organizados en una hoja de Excel en donde se procesaron los datos obtenidos durante las mediciones. También se usaron programas estadísticos libres, en este caso PAST para el análisis de varianza por medio de la prueba Kruskal-Wallis con la finalidad de determinar si hay diferencia significativa en las tres variables medidas, así como la prueba no paramétrica de rangos de Mann-Whitney para separar los mismos de manera significativa.

4. RESULTADOS

4.1 Mortalidad y Supervivencia

La mortalidad fue relativamente baja en las plántulas, independientemente del biofertilizante que se les aplicaron y incluso en el testigo. La muerte de plántulas fluctuó de 0 a 20%. La supervivencia de plántulas fue alta, y superó en todos los casos al 80% (Figura 1).

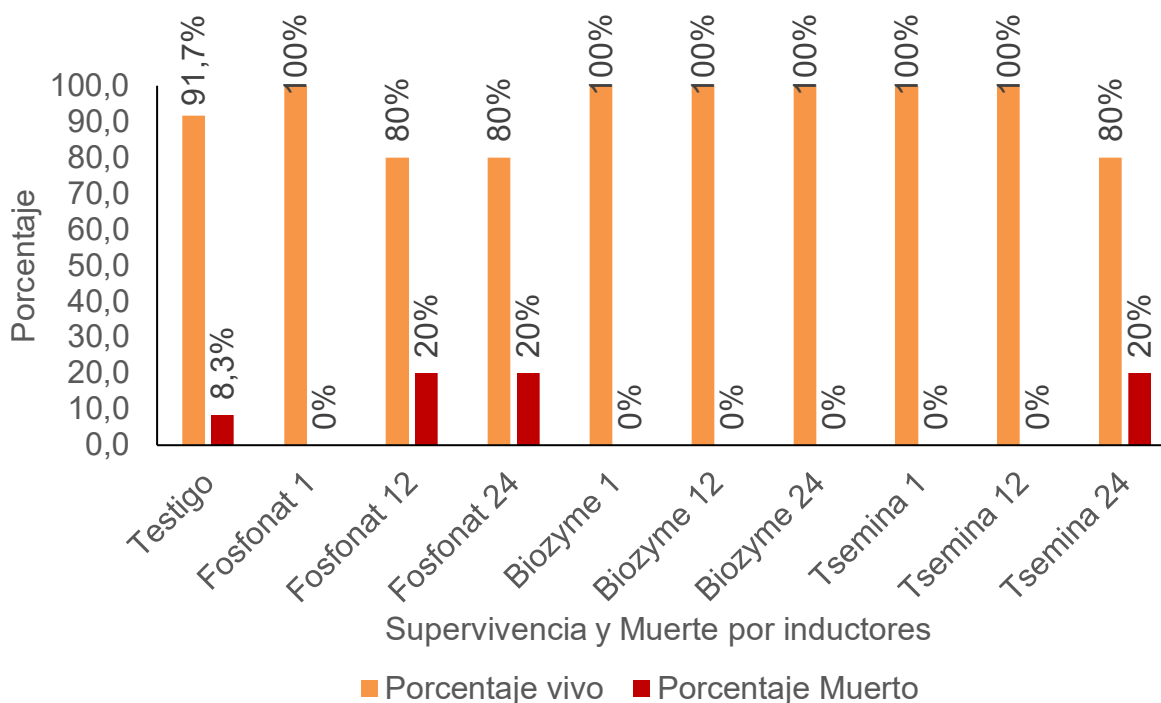


Figura 1. Mortalidad y supervivencia de plántulas de *Canella winterana* después del trasplante en condiciones de vivero *ex situ* en Chiná, Campeche.

4.2 Altura de plántulas

La variable altura de plántulas no fue afectada por los tratamientos experimentales y, tanto el testigo como los tres biofertilizantes, presentaron efectos principales semejantes en esta característica (Kruskal-Wallis $H=3.789$, $p=0.2842$). En el cuadro 1 se presentan las medias alcanzadas por las plántulas bajo los diferentes tratamientos.

Cuadro 1. Resultado del crecimiento en altura final en la plántula de *Canella winterana* bajo 3 biofertilizantes y un testigo manejado en vivero en Chiná, Campeche, México.

Biofertilizante	Altura (cm)	Categoría*
Tsemina	15.9	A
Testigo	14.0	A
Fosfonat	13.8	A
Biozyme	13.1	A

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Mann-Whitney, $p > 0.05$)

Cuando se considera el tiempo de exposición a los biofertilizantes, altura en las plántulas presentó diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $H=7.179$, $p= 0.0285$). Las mayores medias se obtuvieron en 12 y 24 horas de exposición, que fueron iguales entre sí, pero superaron estadísticamente en crecimiento en altura a las plántulas que provienen de semillas expuestas por una hora (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultado del crecimiento en altura en la plántula de *Canella winterana* bajo diferentes tiempos de exposición a biofertilizantes y un testigo, en condiciones de vivero en Chiná, Campeche, México.

Tiempo de exposición al biofertilizante (horas)	Altura (cm)	Categoría*
24	14.49	A
12	14.45	A
1	13.04	B

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Mann-Whitney, $p < 0.05$)

4.3 Altura de plántulas por muestreo

El comportamiento de la especie *Canella winterana* después del trasplante e instaladas en condiciones de vivero, demostró que la especie puede adaptarse a las condiciones de clima y manejo en vivero en Chiná, Campeche, distinta a su área de distribución normal. El comportamiento en crecimiento con el resultado en las tres variables medidas se presentan en la figura 2.



Figura 2. Comportamiento de la altura de las plántulas de *Canella winterana* después del trasplante en condiciones de vivero *ex situ* en Chiná, Campeche

4.4 Diámetro del tallo en las plántulas

El diámetro del tallo obtenido en las plántulas presentó diferencia significativa al ser expuesta a los biofertilizantes experimentales (Kruskal-Wallis $H=13.82$, $p=0.003121$). En este caso Tsemina fue el biofertilizante que dio el mejor resultado y provoco incremento diamétrico en *C. winterana*, superiores a los demás tratamientos. Fosfonat y Biozyme presentaron resultados inferiores incluso al del testigo que ocupó la segunda categoría estadística (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultado del crecimiento en diámetro final en la plántula de *Canella winterana* bajo tres biofertilizantes y un testigo manejado en vivero en Chiná, Campeche, México.

Biofertilizante	Diámetro (mm)	Categoría*
-----------------	---------------	------------

Tsemina	2.44	A
Testigo	2.25	AB
Fosfonat	2.15	B
Biozyme	2.06	B

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Mann-Whitney, $p < 0.05$)

Sin embargo, la influencia del tiempo de exposición a los biofertilizantes no presentó diferencias significativas entre sí y respecto al testigo, sobre el diámetro del tallo de plántulas (Kruskal-Wallis $H=2.259$, $p= 0.3224$). En el cuadro 4 se describen los resultados.

Cuadro 4. Resultado del crecimiento en diámetro final en la plántula de *Canella winterana* bajo diferentes tiempos de exposición a biofertilizantes y un testigo, manejada en vivero en Chiná, Campeche, México.

Tiempo de exposición al biofertilizante (horas)	Diámetro (mm)	Categoría*
1	2.162609	A
12	2.240435	A
24	2.285652	A

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.5 Diámetro del tallo por muestreo

El comportamiento en el crecimiento en diámetro del tallo durante el periodo de manejo en vivero de *Canella winterana*, es semejante a una función lineal para todos los tratamientos biofertilizantes y el testigo (Figura 3).

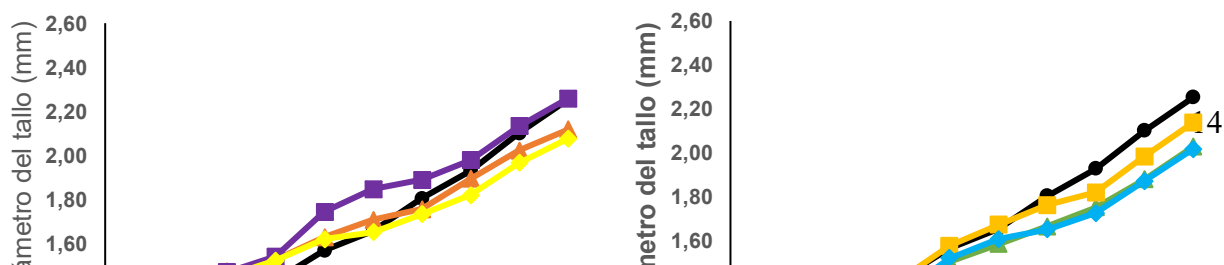


Figura 3. Comportamiento del diámetro del tallo en plántulas de *Canella winterana* después del trasplante en condiciones de vivero *ex situ* en Chiná, Campeche.

4.6 Número de hojas

El crecimiento en número de hojas generadas en las plántulas no presentó diferencias significativas atribuible a los biofertilizantes e incluso resultaron iguales al testigo en el

total de hojas al final de periodo de observación (Kruskal-Wallis, $H = 6.587$, $p = 0.08448$). en el cuadro 5 se muestran los resultados por las medias.

Cuadro 5. Resultado del crecimiento en número de hoja por plántula de *Canella winterana* bajo tres biofertilizantes y un testigo, en vivero en Chiná, Campeche, México.

Biofertilizante	Número de hoja	Categoría
Tsemina	26	A
Testigo	24	A
Fosfonat	24	A
Biozyme	21	A

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Respecto al número de hojas generadas bajo los tres distintos tiempos de exposición a los biofertilizantes, *Canella winterana* no presentó diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $H = 2.509$, $p = 0.2826$). La amplitud del número de hojas generadas fluctúa entre 21 hojas por planta bajo el tratamiento con Biozyme y 26 que se alcanzaron con el tratamiento Tsemina (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultado del crecimiento en número de hojas en plántulas de *Canella winterana* bajo diferentes tiempos de exposición a biofertilizantes, manejada en vivero en Chiná, Campeche, México.

Tiempo de exposición al biofertilizante (horas)	Número de hojas	Categoría*
24	25	A
12	24	A
1	22	A

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.7 Número de hojas por muestreo

La emisión de hojas en las plántulas de *Canella winterana* fue uniforme en todos los tratamientos, durante el manejo de las plántulas en vivero *ex situ* en Chiná, Campeche (Figura 4).

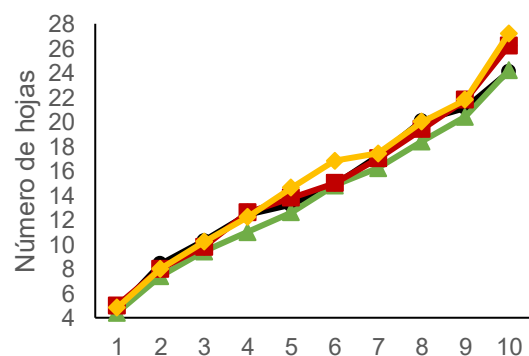
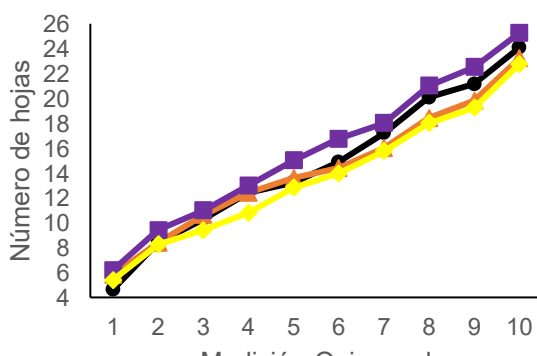


Figura 4. Comportamiento del número de hojas generadas en plántulas de *Canella winterana* después del trasplante en condiciones de vivero *ex situ* en Chiná, Campeche.

5. DISCUSIÓN

5.1 Mortalidad y supervivencia de plántulas en vivero

La mortalidad de las plántulas inferior al 20% y una supervivencia del 80% de las plántulas están consideradas en aceptable en la producción viverística según Del Amo-Rodríguez,

Vergara-Tenorio, Ramos-Prado y Sainz-Campillo (2009), puesto que garantiza un mayor éxito en el abastecimiento de plantines para una plantación en campo.

5.2 Altura de la plántula

La altura en las plántulas no se vio influida por los tratamientos bajo los biofertilizantes utilizados, sin embargo, la exposición prolongada a estos biofertilizantes si causa un efecto la elongación del tallo. Si se consideran que el tiempo bajo 12 y 24 horas tienen el mismo efecto en la altura, se puede deducir que es técnicamente mejor aplicar inmersión a 12 horas debido a que se compara al resultado obtenido a 24 horas y se ahorra tiempo y recursos para un resultado equivalente en crecimiento.

Si solo se considera el promedio de altura alcanzado como máximo, aunque no hubo diferencia significativa entre tratamientos y testigo, Tsemina incrementó la altura de las plántulas aproximadamente 19 mm por encima de los demás promedios. Con respecto al diámetro si se presentaron diferencias significativas favoreciendo a Tsemina sobre los demás. Esto puede deberse a que este biofertilizante más completo en su formulación pues contiene una mayor diversidad y concentración de microorganismos activos (*Azotobacter sp*, *Bacillus sp*, *Penicillium sp*, *Glomus intraradices*) así como de reguladores hormonales de crecimiento (Auxinas), y micro y macro elementos inductores de la formación de tejido vegetal (Zn y Carbono Orgánico Oxidable Total), que pueden actuar sinérgicamente fomentando el crecimiento (Arellano-Gil et al., 2015).

El biofertilizante Biozyme contiene hormonas de crecimiento y micronutrientes, pero no microorganismos mientras que Fosfonat tiene microorganismos y extractos vegetales inductores del crecimiento (hormonas) pero no contiene nutrientes; condiciones que aparentemente los han puesto en desventaja ante Tsemina. Estos resultados, aunque preliminares pueden ser útiles para comprender como influye los diferentes constituyentes de los biofertilizantes en el crecimiento de las plantas en especies arbóreas, que tienen diferencias fisiológicas respecto a las herbáceas.

Con respecto a lo anteriormente expresado, se ha mencionado que *Azotobacter* está asociado al mayor crecimiento en biomasa aérea y de raíces en tomates (Escobar, Horma, Carreño y Mendoza, 2011), *Bacillus* es responsable en un mayor germinación y crecimiento en maíz (Rojas-Badia et al., 2020). El género *Penicillium sp*. tiene efecto en crecimiento con la altura en maíz (Uypan-Farro, García-Guerrero, Carreño-Farfan,

Arellano-Sanchez, y Zuñiga-Valdera, 2021). Cristóbal-Alejo et al. (2010) mencionan que *Glomus intraradices* inhibe a los nematodos formadores de agallas en las raíces de las plantas de tomate, lo que puede ayudar al crecimiento de estas últimas. Poca información se encuentra publicada y disponible respecto al manejo de la biofertilización en especies forestales lo que limita la discusión de estos resultados, aunque Kar, Rout, Sahu, Sharma, y Patra (2020) aseguran que esta tecnología potencialmente mejoraría los rendimientos forestales, pero que aún está en desarrollo y es heterogéneo entre países.

5.3. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo fue influenciado por el biofertilizante Tsemina, que superó a todos los demás tratamientos de manera significativa. Esto, posiblemente, se debió a la constitución más completa de este biofertilizante que incluye una combinación de microorganismos, hormonas del crecimiento y nutrientes. Los microorganismos *Azobacter spp* y *Glomus spp.*, que forman parte de Tsemina y Fosfonat han demostrado su influencia en el crecimiento en diámetro en pruebas de vivero en papaya (Costantino et al., 2011). La combinación de microorganismos a sido reportada como mejor que individual a estos (Valdés, Cayetano-Rodrigo, Leyva y Camacho, 2004). Esta situación los equipara entre sí y los diferencia del Biozyme que no porta microorganismos. Tsemina contiene micronutrientes que en Fosfonat no están presentes (CIASAGRO, 2020), por tal razón quizás tenga un mejor efecto en el crecimiento de la plántula de *Canella winterana*. Por otro lado, el efecto de diferentes tiempos de exposición a los biofertilizantes no indujo diferencias en el crecimiento en el diámetro del tallo, independientemente del biofertilizante que se utilizara.

El micronutriente Zn que porta Tsemina fortalece su acción biofertilizante dado que este elemento participa en la activación enzimática, la síntesis de proteína, el metabolismo de los carbohidratos y la fotosíntesis (Amezcuza-Romero y Lara-Flores, 2017). El Zn a demostrado efectos positivos en el crecimiento de la raíz y un aumento en la concentración de fitohormonas del crecimiento en maíz (Intriago-Rojas, 2021). De esta manera Tsemina da una opción más completa para inducir el crecimiento de las plántulas pues al incorporar auxinas en su concentración y al Zn como activador de estas fortalecen el sistema de raíces y por tanto absorción de nutrientes por la planta.

La acción de los microorganismos simbioses en presencia de un sistema de raíces más desarrollado, puede ser la causa en la diferencia de los resultados entre los diferentes biofertilizantes utilizados en este estudio, favoreciendo a Tsemina sobre los demás, respecto al diámetro del tallo de las plántulas de *C. winterana*.

5.4. Número de hojas

La aparición de hojas por plántula durante el periodo de observación no fue influida por el tipo de tratamiento por los biofertilizantes que fue igual al testigo, ni por el tiempo de exposición a estos. Esto puede deber a que la capacidad fotosintética en las plantas de esta especie fue la misma y sin influencia de los biofertilizantes. Como sugieren en estudios realizados en *Eucalyptus* spp., Martínez-Hernández, Ramírez, Vargas y López, (2001), esta característica está más regulada por componente genéticos que por factores externos, como los que corresponden al manejo agronómico.

6. CONCLUSIÓN

La mortalidad fue baja en todos los tratamientos con los biofertilizantes utilizados y el testigo, así como alta la supervivencia de planta. El crecimiento de las plántulas en altura y número de hojas no tuvo diferencia significativa, pero sí la hubo respecto al diámetro del tallo de las plántulas que fue superior bajo el efecto de Tsemina. Se recomienda este

biofertilizante para manejo de *Canella winterana* en vivero. Se ha generado información útil para el manejo de esta especie arborea en Campeche, México.

7. RECOMENDACIÓN

Se recomienda estudiar diferentes dosis del biofertilizante en *Canella winterana* y otras especies forestales y evaluar su efecto en el crecimiento de las plántulas establecidas en campos definitivos (plantaciones).

8. BIBLIOGRAFIA

- Aguado-Santacruz, G.A. (2012). *Uso de microorganismos como biofertilizantes*. In: Aguado-Santacruz, G.A. (ed). Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura. INIFAP/SAGARPA. México. 35-78 p.
- Aguilera-Gómez, L.I., Olalde-Portugal, V., Arriaga, M.R., & Contreras Alonso, R. (2007). Micorrizas arbusculares. *CIENCIA Ergo Sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva* 14 (3): 300-306.

- Alcantara-Cortes, J. S., Acero-Godoy, J., Alcántara-Cortés J.D., & Sánchez-Mora, R.M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*. 17(32): 109-129.
- Amezcu-Romero, J.C y Lara-Flores, M. (2017). El zinc en las plantas. *Ciencia* 68(3): 28-35.
- Andrade-Torres, A. (2010). Micorrizas: Antigua interacción entre plantas y hongos. *Ciencia-Academia Mexicana de Ciencias* 61(4): 84-90.
- Arellano-Gil, M. Mungarro-Ibarra, C., Peñuelas-Rubio, O., Verdugo-Fuentes, A, A., y Gutierrez- Coronado, M, A. (2015). *Inoculantes Biotecnologico para semillas y su efecto en la etapa inicial de algodón (Gossypium hirsutum), frijol (Phaseolus vulgaris), maíz (Zea mays) y trigo (Triticum aestivum): experiencias del cuerpo académico de Biotecnología Agrícola*. En Beristain-jimenez, J.A. Hernández-Chávez, J, F. Gonzalez-Roman, M. Orduño-Acosta, B, E. Investigación Universitaria. Avances y Resultados. México: ITSON. 149 p.
- Arias-Mota, R. M., Romero-Fernández, A. de J., Bañuelos-Trejo, J., y de la Cruz-Elizondo, Y. (2019). Inoculación de hongos solubilizadores de fósforo y micorrizas arbusculares en plantas de jitomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8): 1747-1757. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1558>
- Armenta-Bojórquez, A.D., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J.R., Apodaca-Sánchez, M.Á., Gerardo-Montoya, L. & Nava Pérez, E. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai* 6(1): 51-56. <https://doi.org/10.35197/rx.06.01.2010.07.aa>
- Asprey, G.F. & R.G. Robbins. 1953. The vegetation of Jamaica. *Ecological Monographs* 23(4): 359-412.
- B. H. J. (2018). Árboles de Calakmul (1.a ed.). El Colegio de la Frontera Sur.
- Bisht, T. S., Rawat, L., Chakraborty, B., & Yadav, V. (2018). A Recent Advances in Use of Plant Growth Regulators (PGRs) in Fruit Crops—A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(05): 1307-1336. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.159c>
- Borjas-Ventura, R., Julca-Otiniano, A., & Alvarado-Huamán, L. (2020). Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. *Journal of the Selva Biosphere* 8(2): 150-164. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2020.080200150>.

- Camargo-Ricalde, S. L., Montañó, N. M., De la Rosa-Mera, C.J., & Montañó Arias, S.A. (2012). Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria* 13(7): 1-19.
- Cantero-Navarro, E. (2014). Influencia hormonal en el uso eficiente del agua y en respuesta al estrés abiótico en tomate (*Solanum lycopersicum* L). Tesis doctoral. Universidad de Murcia. 329 p.
- Castañeda-Alvarez, E.A. (2020). Evaluación de reguladores de crecimiento para el control de brotes auxiliares de tabaco; nueva concepción, escuintla. Tesis Grado. Universidad Rafael Landívar. Quetzaltenango. 56 p.
- Castellanos S., D. E., Rincón M., J. M., & Arguello A., H. (2015). Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1): 72-85. <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3747>.
- CIAAGRO (2020). Fosfonat: descripción. URL: <https://ciasaagro.com/producto/fosfonat/>.
- Cristobal-Alejo, J., Herra-Parra, E., Reyes-Oregal, V., Ruiz-Sanchez, E., Tun-Suarez, J.M. y Celis-Rodriguez. T. (2010). *Glomus Intraradices* el control de *Meloidegryne incognita* (Kofoid & White) Chitwood en condiciones protegidas. *FITOSANIDAD*. 14(1): 25-29.
- Cronquist, A., & Takhtadzhian, A. L. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. *Brittonia*, 34: 268-270.
- Cruz-Alonzo, L. (2011). Uso y aplicación de biofertilizantes microbianos y orgánicos en sistemas de agroplasticultura. Grado de especialización en química aplicada. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila. 47 p.
- Cruz-Ulloa, B.S. (1999). Micorrización en la conservación de los bosques. *Ciencia Ergo Sum*, 6(2): 159-164.
- Daley, B. F., & Zimmerman, T. W. (2019). Germinating Five Forest Tree Species Native to the Virgin Islands. 53(1): 10-15.
- Davies, P.J. (2010). The Plant Hormones: Their Nature, Occurrence, and Functions. In: Davies, P.J. (eds) Plant Hormones. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2686-7_1
- De Castro-Oliveira, J.S., Karin-De Lima, R., Alves-Marques, E. & Losada-Gavilanes, M. (2019). Phytochemical aspects and biological activities of essential oil of species

- of the family Canellaceae: A review. *Plant Science Today*, 6(3): 315-320.
<https://doi.org/10.14719/pst.2019.6.3.585>.
- Del Amo-Rodríguez, S., Vergara-Tenorio, M.C., Ramos-Prado, J.M., y Sainz-Campillo, C. (2009). *Germinación y manejo de especies forestales tropicales nativas. Editorial de la Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.* 246 p.
<https://doi.org/10.25009/uv.1995.121>
- Efecto de las giberelinas sobre el crecimiento y calidad de plántulas de tomate. *Biotecnia*, 15(3): 56-60.
- Escobar, C., Horna, Y., Carreño, C. y Mendoza, G. (2011). Caracterización de cepas nativas de *Azotobacter* spp. y su efecto en el desarrollo de *Lycopersicon esculentum* Mill. “tomate” en Lambayeque. *Scientia Agropecuaria*, 2(1): 39-49.
- Fernández-Concha, G. C. (2011). Canella winteriana: Antigua pero moderna. Desde el Herbario de CICY 3: 64–65.
https://www.academia.edu/3523030/Canella_winteriana_antigua_pero_moderna
- Fernández-Cruz, E. (2013). Efectividad biológica de especies nativas de hongos micorrízicos arbusculares en cedro rojo (*Cedrela odorata* L.). Tesis de Maestría en Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. México. 51 p.
- Fuentes-Ceballos, B. A. (2021). Efecto de fitohormonas enraizantes en plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*) bajo condiciones de vivero. Tesis en Agronomía, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 47 p.
- Grageda-Cabrera, O. A., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. J., y Vera-Núñez, J. A. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 3(6): 1261-1274.
- Guerra, Y. R. (2014). Etnobotánica, diversidad, fitoquímica y conservación de especies de interés medicinal en el parque nacional viñales. Tesis de Doctorado en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río “Hermanos Sainz Montes de Oca”, Pinar del Río, Cuba. 100 p.
- Gutiérrez-Báez, C. (2019). La familia Canellaceae en México. *Boutelona*, 28: 107-110.
- Hammel, B. E., & Zamora, N. A. (2015). *Pleodendron costaricense* (Canellaceae), a new species for Costa Rica. *Lankesteriana International Journal on Orchidology*, 5(3): 211-218. <https://doi.org/10.15517/lank.v5i3.19758>

- Honrubia, M. (2009). Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura mas de 400 millones de años. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 66(1): 133-144.
- Intriago-Rojas, L.E. (2021). Efecto del tratamiento de semillas con Zn sobre la germinación y vigor de plántulas de maíz dulce (*Zea mays* L.) var. Bandit. Tesis Ingeniería Agropecuaria, Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolqui, Ecuador. 61 p.
- Kar, S., Rout, S., Sahu, M.L., Sharma, Y., and Sekhar Patra, S.S. (2020) Bio-fertilizer in forest nursery: A review. *International Journal of Industrial Biotechnology and Biomaterials* 6(2): 1–14.
- Lluna- Duval, R. (2006). Hormonas vegetales: Crecimiento y desarrollo de la planta. *Horticultura* 196: 22-26.
- Macias-Peacock, B., Suárez-Crespo, M. F., Berenguer-Rivas, C. A., & Perez-Jackson, L. (2009). Intoxicaciones por plantas tóxicas atendidas desde un servicio de información toxicológica. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 14(2): 1-8.
- Martínez, E. y Galindo-Leal, C. (2002). L
- Martínez, L. O., Mendoza, J. O., Valenzuela, C. M., Serrano, A. P., & Olarte, J. S. (2013). Efecto de las giberelinas sobre el crecimiento y calidad de plántulas de tomate. *Biocencia*, 15(3): 56-60.
- Martínez-Hernández, H. C., Ramírez, C., Vargas, J. J., & López, J. (2001). Variación genética en plántulas de *Eucalyptus* spp. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 7(1): 21-26.
- Martínez-Viveros, O., Jorquera, M. A., Crowley, D. E., Gajardo, G., & Mora, M. L. (2010). Mechanisms and practical considerations involved in plant growth promotion by rhizobacteria. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(3): 293-319. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162010000100006>
- Miransari, M., & Smith, D. L. (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*, 99: 110-121. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.11.005>
- Miransari, M., & Smith, D. L. (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*, 99: 110-121. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.11.005>.

- Müller, S., Salomo, K., Salazar, J., Naumann, J., Jaramillo, M. A., Neinhuis, C., Feild, T. S. & Wanke, S. (2015). Intercontinental long-distance dispersal of Canellaceae from the New to the Old World revealed by a nuclear single copy gene and chloroplast loci. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 84: 205-219. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.12.010>.
- Murcia, G., Gonzalez, F., García, M., & Lasso, J. (2016). Angiosperm flag species for mangrove conservation in san andrés island (Colombia) are highly vulnerable and locally rare. *Biodiversidad y Conservacion*. 38(1): 1-16. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57818>.
- Nagananda, G. S., Das, A., Bhattacharya, S., & Kalpana, T. (2010). *In vitro* Studies on the Effects of Biofertilizers (*Azotobacter* and *Rhizobium*) on Seed Germination and Development of *Trigonella foenum-graecum* L. using a Novel Glass Marble containing Liquid Medium. *International Journal of Botany*, 6(4): 394-403.
- Nogales-Garcia, A.M. (2006). Estudio de la interacción entre el hongo formador de micorrizas Arbusculares *Glomus intraradices* Schenck y Smith y el hongo patógeno *Amarillaria mellea* (Vahl:fr) P. Kuhn en vid. Memoria para grado de doctorado. Universidad de Barcelona. 210 p.
- Ochoa-Gaona, S., Ruíz-González, H., Álvarez-Montejo, D., Chan-Coba, G., & De Jong, Ortega-Martínez, L. D., Ocampo-Mendoza, J., Martínez-Valenzuela, C., Pérez-Serrano, A y Sánchez-Olarte, J. (2018). Árboles de Calakmul (1.a ed.). El colegio de la Frontera Sur.
- Osorio, N.W. (2012). Uso de hongos formadores de micorriza como alternativa biotecnológica para promover la nutrición y el crecimiento de plantulas. *Manejo integral del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(2): 1-4.
- Pedraza, R, O., Teixeira, k.R.S., Fenandez-Scavino, A., Garcia-De Salamonte, I., Baca, B.E., Azcón, R., Baldani, V.L.D., Bonilla, R. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y calidad de los suelos. Revisión. *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 11(2): 155-164.
- Restrepo Correa, S. P. (2017). Mecanismos de acción de hongos y bacterias empleados como biofertilizantes en suelos agrícolas: Una revisión sistemática. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2): 335-351. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:635

- Reyes-Mérida, A.U. (2013). Síntesis de Hormonas Vegetales. Informe Técnico de Residencia Profesional. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Tuxtla Gutierrez, Chiapas. 36 p.
- Rodríguez-Guerra, Y. (2014). Etnobotánica, diversidad, fitoquímica y conservación de especies de interés medicinal en el parque nacional viñales. Tesis doctoral en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca". Pinar del Río, Cuba. 1-100 p.
- Rojas-Badia, M.M., Bello-González-Bello. M.A., Rios-Rocafull. Y.R., Moya. D.L., Rodríguez-Sánchez. J., (2020). Utilización de cepas de *Bacillus* como promotores de crecimiento en hortalizas comerciales. 69 (1): 54-60. doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v69n1.79606>.
- Saborio, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar. pp 107-124. En: Melendez, G. y Molina, E. (eds.), Memoria de Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Salazar, J. & Nixon, K. (2008). New Discoveries in the Canellaceae in the Antilles: How Phylogeny can Support Taxonomy. *The Botanical Review*, 74: 103-111. <https://doi.org/10.1007/s12229-008-9002-z>
- Sanchez-Lopez, B., Gomez-Vargas, R.M., Garrido-Rubiano, M.F., Bonilla-Buitrago, R.R. (2012). Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7): 1401-1415.
- Singh-Bisht, T., Rawat, L., Chakraborty, B. & Yadav, V. (2018). A Recent Advances in Use of Plant Growth Regulators (PGRs) in Fruit Crops-A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(05): 1307-1336. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.159>.
- Takhtajan, A. (1997). Diversity and Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York, United States of America. 643 p.
- Tapia-Tapia, E.D. & Reyes-Chilpa, R. (2008). Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y bosques*, 14(3): 95-112.

Valdés, M., Cayetano-Rodrigo, A., Leyva, M.A. Camacho, A.D. (2004). Promoción del crecimiento en vivero de *Casuarina equisetifolia* (L.) por microorganismos simbiotes. *Terra Latinoamericana*, 22(2): 207-215.

9. ANEXO



Figura 5. Establecimiento de plántulas en vivero temporal después del trasplante



Figura 6. Medición de altura de plántulas de *Canella winterana*



Figura 7. Medición de altura de plántulas por tratamientos



Figura 8. Medición de altura de plántulas en vivero



Figura 9. Medición del diámetro del tallo en plántulas de *Canella winterana*.



Figura 10. Medición del diámetro del tallo por tratamientos



Figura 11. Contabilización del número de hojas emergidas en *Canella winterana*