

# Dirección General de Educación Superior Tecnológica

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA



**Evaluación de plántulas de Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz.) bajo fertirriego, en condiciones de vivero en Quintana Roo.**

**Informe Final de Residencia Profesional que Presenta la C:**

HERNÁNDEZ ESCOBAR LAURA ESPERANZA

Número de control:

09870018

Carrera: Ingeniería Forestal.

Asesor interno:

M.C. VÍCTOR EDUARDO CASANOVA VILLARREAL.

Juan Sarabia, Quintana Roo  
Diciembre 2013






SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA**

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERO FORESTAL, C. **Laura Esperanza Hernández Escobar**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por, el asesor interno **M.C. Víctor Eduardo Casanova Villareal**, el asesor externo el **Ing. Nahún Santos Chacón** y revisora **Dr. Esmeralda Cázares Sánchez**, habiéndose reunido para evaluar el trabajo titulado “Evaluación de plántulas de Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz.) bajo fertirriego, en condiciones de vivero en Quintana Roo” que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

Asesor Interno	 M.C. Víctor Eduardo Casanova Villareal
Asesor Externo	 Ing. Nahún Santos Chacón
Revisor	 Dr. Esmeralda Cázares Sánchez

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2013.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>I. OBJETIVOS</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo general	..1
1.2 Objetivos específicos	....1
<b>II. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA</b>	<b>..2</b>
<b>III. INTRODUCCIÓN</b>	<b>..3</b>
<b>IV. ANTECEDENTES</b>	<b>....4</b>
4.1 Revisión de la literatura	.....4
4.2. Vivero forestal	.....6
4.2.1 Antecedentes históricos de los viveros	..8
4.4. Ecología y distribución	..8
4.5. Clasificación Taxonómica	.9
4.5.1. Planta	..10
4.5.1.1. Forma	...10
4.5.1.2. Corteza	..10
4.5.1.3. Madera	..10
4.5.1.4. Ramas jóvenes	.....10
4.5.1.5. Hojas	...11
4.5.1.6. Flores	..11
4.5.1.7. Frutos	.12
4.5.1.8. Época de floración	..12

4.5.1.9. Época de fructuacion de semilla	12
4.5.1.1.0. Época de maduración de semilla	13
4.5.2. Usos	13
4.5.2.1. Usos tradicionales	13
4.5.2.2. Usos recomendados	13
4.5.2.3. Importancia ecológica	14
4.6. Manejo de la especie	15
4.6.1. Reproducción de la especie	15
4.6.2. Cultivo de la especie	15
4.7. Nutrientes minerales esenciales.	15
4.8. Fertirriego...	16
4.8.1. Antecedentes del fertirriego.	16
4.8.2. La fertirrigación en México.	16
4.8.3. Situación del sistema de fertirriego	17
4.8.4. Características generales de los fertilizantes	
Utilizados en fertirrigación.	18
4.9. Disponibilidad de los nutrimentos del suelo	19
4.10. Absorción de los nutrientes por la planta.	19
4.10.1. Nitrógeno (N).	19
4.10.2. Fósforo (P).	20
4.10.3. Potasio (K).	20
4.10.4. Calcio (Ca).	21

<b>V.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>22</b>
5.1	Ubicación	22
5.2	Materiales	22
5.3.	Características del suelo utilizado	23
5.3.1.	Característica de los suelos forestales	24
5.4.	Recolección de las semillas	24
5.5.	Acondicionamiento del área	25
5.6.	Uso del suelo.	26
5.7.	Preparación de la solución.	27
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>30</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>32</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Entrada del ITZM...	22
Figura 2. Limpieza del área...	25
Figura 3. Recolecta del suelo	26
Figura 4. Llenado de bolsa de suelo.	26
Figura 5 y 6. Siembra	26
Figura 7 Pesado de fertilizante	27
Figura 8. Medición con el instrumento de pH.	27

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación del suelo	23
Cuadro 2. Solución nutritiva	27
Cuadro 3. Solución nutritiva 1	28
Cuadro 4. Solución nutritiva para el tratamiento 1	28
Cuadro 5. Solución nutritiva 2	28
Cuadro 6. Solución nutritiva para el tratamiento 2	28
Cuadro 7. Solución nutritiva 3	29
Cuadro 8. Solución nutritiva para el tratamiento 3	29
Cuadro 9. Variables significativa	30
Cuadro 10. Diferencias significativas	31

## I OBJETIVOS

### 1.1 Objetivo general.

Evaluar la influencia en el crecimiento en plántulas de *Brosimum alicastrum* Swartz. bajo fertirriego, en condiciones de vivero en Quintana Roo.

### 1.2 Objetivos específicos.

1.2.1 Evaluar el efecto de soluciones nutritivas sobre el incremento en altura y diámetro de plántulas.

1.2.2 Evaluar el efecto de soluciones nutritivas sobre el incremento en número de hojas.

## II JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Con los conocimientos adquiridos en clases sobre plantaciones a cielo abierto o con maya sombra (vivero), para establecer las condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de especies forestales, se realizó el presente trabajo de investigación con la especie *Brosimum alicastrum* Swartz. conocida localmente como ramón, para identificar cuál es la solución nutritiva que favorece más su crecimiento y evaluar la respuesta de esta especie al manejo bajo condiciones de vivero, en bolsas de polietileno y bajo sombra arbórea. Además de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante mi formación profesional, esta investigación me permitirá adquirir nuevos conocimientos.



### III INTRODUCCIÓN

Los bosques cubren aproximadamente una tercera parte de la superficie terrestre y los árboles desempeñan una función primordial en todos los ecosistemas, controlan la temperatura ambiental debido a que su follaje intercepta, absorbe y refleja la radiación solar (Niembro, Grijpma, citado por Pérez et al, 2012).

La tarea de conciliar el uso de los recursos naturales debe convertirse en una prioridad, enfocada en el manejo de comunidades forestales (Miller y Jastrow, citado por Pérez, 2012).

El ramón es uno de los pocos árboles tropicales del que se pueden usar todas sus partes. El follaje y las semillas son utilizadas para alimentar el ganado porcino, caprino, bovino y equino, especialmente en la época de sequía (Miranda et al., 2012).

El látex que produce el árbol, es empleado como calmante del asma y sustituto de la leche (Benítez et al., 2004). La corteza en infusión se usa como tónico (Burns y Mosquera, 1988). La madera se puede utilizar como combustible, para fabricar mangos de herramientas, cajas de empaque y muebles baratos (Benítez et al., 2004). Asimismo, esta especie favorece la regeneración de otras especies, particularmente de otros árboles, facilitando su coexistencia debajo del dosel (Velázquez et al., 2004).

Los viveros han sido en el último siglo instalaciones básicas para la aplicación de las políticas forestales y de los planes de repoblación (Álvarez et al., 2003)

## **IV ANTECEDENTES**

### **4.1 Revisión de la literatura.**

La etimología del nombre Brosimum, viene del griego BROSIMOS, que significa comestible. Esta especie está adaptada a crecer y regenerarse en situaciones de bosque cerrado, las plántulas presentan tolerancia a niveles medios de sombra (Ayala y Sandoval, 1995; Sánchez et al., 2004). Se adapta a suelos muy arcillosos, profundos e inundables durante la época de lluvia, así como suelos someros y altamente pedregosos, con un pH de 6.8 hasta más de 8.2 y en regiones con 600 a 4000 mm de precipitación anual (Ayala y Sandoval, 1995).

La semilla germina en el fruto a los pocos días de su madurez (Benítez et al., 2004). Entre el 84 % y 88 % de las semillas emergen, alcanzando al mes una altura de 11 a 17 cm y un promedio de dos hojas (Pardo y Sánchez, 1979).

Puede integrarse sin problemas a sistemas silvopastoriles debido a sus características agronómicas, como adaptación en áreas muy húmedas del trópico y subtropical, desarrollo en suelos alcalinos, follaje verde y denso que

casi nunca se deshoja .Es considerada una especie sucesional avanzada, lo cual es útil en los proyectos de reintroducción de importantes grupos de plantas a los ecosistemas con objetivos productivos, en los que el vivero se utiliza como un mecanismo para su propagación (Sánchez et al., 2004).

Lambert y Arnason (1982), sustentan la tesis de que la asociación de árboles de *Brosimum* en montículos habitacionales mayas, no se debe a una acción socioeconómica dirigida, sino simplemente a una asociación puramente ecológica, ya que los montículos ofrecen las condiciones adecuadas para el desarrollo de estas especies ( CONAP, 2004).

Un porcentaje mínimo del total de semillas producidas llegarán a convertirse en árboles debido a la alta mortalidad que sufre la especie durante su primer año de vida. Las semillas que sobreviven son básicamente las que caen en áreas de claros y que no fueron comidas por animales silvestres. Es por este motivo que una cosecha enfocada en recolectar las semillas caídas bajo la sombra de la copa no afecta la regeneración natural de la especie ( CONAP, 2004).

La asociación de leguminosas forrajeras ha despertado un creciente interés en varias partes del mundo, por los beneficios que aportan al sistema de producción; ya que su utilización influye favorablemente en el mejoramiento de la fertilidad y la estructura del suelo, sirviendo de cobertura al mismo, mejorando el ambiente ecológico y son fuente de alimentos de alta calidad

para los animales, por lo que la inclusión de árboles y arbustos significa un reto para la ganadería tropical (Gómez et al., 2004).

Se ha reportado que la semilla del ramón posee un sabor similar al de la papa. Numerosas fuentes informan de que el árbol era una importante fuente de alimento para los mayas y se cultivó ampliamente como tal: "El maíz y *Brosimum alicastrum* fueron probablemente las principales fuentes de alimento para los mayas de la época clásica, una de las más avanzadas civilizaciones antiguas del continente americano" (Ortiz, 1995).

Algunos antropólogos sugieren que los bosques de los mayas cuidaron esta especie con el fin de mantener una fuente constante de *B. alicastrum*. Grandes conjuntos de especímenes de esta planta se han encontrado en las antiguas ruinas de las ciudades-estado de la península de Yucatán, Chiapas, Tabasco y los estados de México, así como en Guatemala y Honduras (Gillespie, 2004). Otros han argumentado que *B. alicastrum* fue utilizado principalmente como alimento de subsistencia por los Mayas en tiempos de hambre y que la alta concentración de árboles alrededor de los sitios arqueológicos se debe a la dispersión de semillas por murciélagos y las condiciones de crecimiento óptimo en las ruinas y no de prácticas de cultivo (Lambert , Miksicek,; Peters, citado por CONAP, 2004).

## **4.2 El vivero forestal.**

Se define como una superficie de terreno dedicada a la producción de plantas de especies destinadas a las poblaciones forestales (Ruano,2003).

En los viveros forestales, los insumos y los tratamientos aplicados a las plantas son variables, pues depende de la disponibilidad que se tenga de recursos económicos, tecnológicos y humanos, lo que ha propiciado diferencias entre los sistemas de producción que, a su vez, están relacionados con la ubicación geográfica y el clima. Sin embargo, la planta que ahí se maneja debe ajustarse a los estándares que favorezcan su establecimiento y desarrollo en el campo. La calidad de la planta está determinada tanto por factores genéticos, fisiológicos y morfológicos, como por las labores culturales que reciben (Mellen y Cortez, 2013).

La actividad forestal en México ha cambiado en los últimos años, entre otros motivos, por el mayor énfasis que se ha dado a la restauración de los bosques, con especial atención en los viveros es una de las razones que pueden explicar lo poco exitosas que han resultado algunas plantaciones. A nivel nacional, la tasa de supervivencia de estas poblaciones es de alrededor del 50 % al año de su establecimiento en campo. Las principales causas de muerte se asocian con las fechas inadecuadas de plantaciones (36 %), las sequías (18 %), el estado general que conservan los ejemplares (13 %), así como el pastoreo, la selección inapropiada de especies y la incidencia de

plagas y enfermedades, entre otras (Magaña, citado por Mallén y Cortés, 2013).

#### **4.2.1 Antecedentes históricos de los viveros.**

A principios del siglo XX, las crecientes necesidades de las industrias forestales, particularmente la multitud de aserraderos del Levante español, han favorecido la actividad repobladora. Ésta además, se posibilitó por el acceso de los campesinos a la propiedad plena de la tierra debido a la liquidación del sistema foral. La fiesta del árbol, que empieza a celebrarse y se declara oficial a partir de 1904, contribuye de manera decisiva a la instalación de los primeros viveros forestales en Galicia. Los primeros viveros públicos gallegos tuvieron una decisiva importancia en el fomento de la arboricultura y la divulgación entre la población del conocimiento de nuevas especies forestales, de su valor y su importancia (Álvarez et al., 2003).

#### **4.4 Ecología y distribución.**

*Brosimum alicastrum* Swaertz., es una de las especies dominantes de las selvas de México y de amplia distribución. En el vertiente del Golfo, se presenta desde el sur de Tamaulipas hasta Quintana Roo, a lo largo de la sierra Madre Oriental y la sierra de Chiapas hasta una altitud de 600 m, y en gran parte de la planicie costera del Golfo hasta la península de Yucatán; en el vertiente del Pacífico desde el centro de Sinaloa hasta Chiapas, tanto en

las laderas y barrancas de la Sierra Madre Occidental, hasta unos 400 u 800 m, como en la angosta planicie costera. En la vertiente del Golfo se desarrolla con marcada preferencia en cerros de topografía cárstica de origen calizo. Es dominante en las selvas altas perennifolias, medianas subperennifolias y subcadocifolias, asociada principalmente con *Aphananthe monica*, *Bursera simaruba*, *Manilkara zapota* y *Carpodiptera ameliac*. Se encuentra cultivada en el norte de la península de Yucatán (Pennington y Sarukhán, 2005).

#### **4.5 La clasificación taxonómica de esta especie es la siguiente :**

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Hamamelidae
Orden:	Urticales
Familia:	Moraceae
Género:	<i>Brosimum</i>
Especie:	<i>alicastrum</i> Swartz.

#### **4.5.1 Planta.**

##### **4.5.1.1 Forma.**

Árbol de hasta 40 m y d.a.p (diámetro a la altura del pecho) de hasta 1.5 m, tronco derecho con contrafuertes grandes y bien formados, ramas ascendentes y luego colgantes, copa piramidal y densa (Pennington y Sarukhán, 2005).

##### **4.5.1.2 Corteza.**

Externa: lisa o más frecuentemente escamosa en piezas grandes y cuadradas, gris clara a gris parda. Interna: de color crema amarillento, fibrosa a granulosa, con abundante exudado lechoso, ligeramente dulce. Grosor total de la corteza de 7 a 12 mm (Pennington y Sarukhán, 2005).

##### **4.5.1.3 Madera.**

Albura de color crema amarillento a pardo amarillento, con vasos grandes y parénquima aliforme y confluyente (Pennington y Sarukhán, 2005).

##### **4.5.1.4 Ramas Jóvenes.**

A veces de sección transversales ligeramente ovalada, con cicatrices de estipulas caídas, verde grisáceas, glabras; numerosas lenticelas pequeñas, redondas, protuberantes y pardas (Pennington y Sarukhán, 2005).



#### **4.5.1.5 Hojas.**

Yemas hasta de 1 cm, agudas, cubiertas por estipula muy aguda, verdes, glabras. Una estipula por cada hoja, de hasta 1 cm de largo, verde, glabro, caedizo, que deja una cicatriz anular. Hojas alternas, simples; láminas de 4x4 a 18x7.5 cm, ovado-lanceoladas a ovadas o elípticas, con el margen entero, ápice agudo o notable acuminado, especialmente en las hojas jóvenes, base obtusa a aguda; verde oscuro y brillantes en la haz, verde grisáceo y blanquecinas en el envés por la presencia de numerosas escamas blancas entre el tejido de las nervaduras, glabras en ambas superficies; peciolo de 2 a 12 mm de largo, glabros. La lámina de la hoja presenta con mucha frecuencia en la luz agallas en forma de dedos de guante de unos 3 a 4 mm de largo, amarillentos. Los árboles de esta especie son generalmente perennifolios, pero caducifolios en las partes más secas de su distribución (Pennington y Sarukhán, 2005).

#### **4.5.1.6 Flores.**

Especie monoica o dioica. Flores en cabezuelas axilares de 1 cm de diámetro; pedúnculos de 1 a 5 mm de largo, glabros; cada cabezuela verdosa consiste en muchas flores masculinas y una sola flor femenina; la superficie de la cabezuela está cubierta por numerosas escamas peltadas persistentes en el fruto; las flores masculinas consisten en un perianto rudimentario y un solo estambre de 1.5 a 2 mm de largo, con la antera parda y peltada; la flor femenina está hundida en la cabezuela, con el estilo externo

y formada por un perianto hinchado de 1 mm de largo, unido con el ovario y rodeando íntimamente el estilo; ovario ínfero con un solo lóculo, uniovular; estilo de 2 a 3 mm de largo, que se proyecta fuera del receptáculo, terminado en dos lóbulos estigmáticos recurvados. Florece principalmente de noviembre a febrero, pero se pueden encontrar flores fuera de esa época (Pennington y Sarukhán, 2005).

#### **4.5.1.7 Frutos.**

Bayas de 2 a 2.5 cm de diámetro, globosas con pericarpio carnosos, verde amarillento a anaranjado rojizo en completa madurez, de marcado sabor y olor dulces, cubiertas en la superficie de numerosas escamas blancas; contienen una semilla de 1.5 a 2 cm de diámetro, cubierta de una testa papirácea amarillenta, con dos cotiledones montados uno sobre el otro, dulce, Maduran de marzo a mayo (Pennington y Sarukhán, 2005).

#### **4.5.1.8 Época de floración.**

De marzo a junio pero se puede encontrar flores en otra época (SAGARPA-INIFAP).

#### **4.5.1.9 Época de fructificación de la semilla.**

Maduran de agosto a septiembre (SAGARPA-INIFAP).

#### **4.5.1.10 Época de maduración de la semilla.**

De agosto a septiembre ( SAGARPA-INIFAP)

#### **4.5.2 Usos.**

En la selva, las hojas y frutos de esta planta se usan como forraje para ganado, especialmente en las épocas de sequía. La madera se a utilizado poco, aunque es fácil de trabajar y tiene buenas cualidades físicas. Los frutos maduros tienen un sabor dulce agradable y a veces se usan las semillas para mezclarlas con maíz cuando éste escasea, o para hacer una bebida sustituto del café (Pennington y Sarukhán ,2005).

##### **4.5.2.1 Usos tradicionales.**

Contra el asma, la bronquitis, para la infertilidad, como crotálico y contra la diabetes, forraje, comestible, para calmar la tos y en el tratamiento de afecciones renales, para la extracción de dientes ( SAGARPA-INIFAP).

##### **4.5.2.2 Usos recomendados.**

Se usa contra insomnio, asma, bronquitis, galactógeno y como pectoral, el uso de los frutos aumenta la leche materna. La Sociedad Farmacéutica de México repite la información proporcionada (SAGARPA-INIFAP).

La semilla de ramón contiene fenilalanina (Ortiz, 1995). La fenilalanina es un aminoácido que no debe ser consumido por personas con fenilcetonuria (incapacidad para metabolizar la fenilalanina) o las mujeres embarazadas con altos niveles plasmáticos de fenilalanina (hyperphenylalanine). Sin embargo, la fenilalanina no es exclusiva de la semilla de ramón y es un componente natural de muchos alimentos ricos en proteínas (Ortiz, 1995).

#### **4.5.2.3 Importancia ecológica.**

El árbol de ramón constituye para la naturaleza un valioso elemento en materia cobertura vegetal boscosa, contribuyendo de esta manera a la conservación del suelo y del medio ambiente en general. Además, sus ramas, hojas, flores, frutos, semillas y retoños constituyen un importante recurso alimenticio para una gran diversidad de animales así como para los humanos en el caso de los frutos y sus semillas. Entre los animales que se alimentan de ramón podemos mencionar a los loros, pericos, guacamayas, pizotes, monos y micos en general, coches de monte, jabalís, tepescuincles, venados, cabras y demás vertebrados superiores incluyendo al hombre (CONAP, 2004).

## **4.6 Manejo de la especie.**

**4.6.1 Reproducción de la especie.** El tipo de reproducción de esta especie es sexual, por semilla. La recolección y forma de obtención de la semilla, manejo y tratamiento, influyen en su germinación y conservación ( SAGARPA-INIFAP)

### **4.6.2 Cultivo de la especie.**

En la actualidad no existe una superficie cultivada para su aprovechamiento comercial, pero se le puede encontrar en rodales puros y de forma natural. Existen viveros experimentales que manejan esta especie, pero no a nivel de plantaciones, si no para la reforestación en zonas perturbadas ( SAGARPA-INIFAP).

## **4.7 Nutrientes minerales esenciales.**

Los efectos benéficos resultantes de agregar sustancias minerales al suelo, como ceniza de madera o limo, para mejorar el crecimiento en las plantas, han sido conocidos por más de 2,000 años. No fue sino hasta el siglo XIX que, gracias a las observaciones y especulaciones de Justus von Liebig, se formuló la teoría de los elementos minerales, la cual establece que los elementos como el nitrógeno, el azufre, el fósforo y otros, son esenciales para el crecimiento de las plantas (Marschner 1986).

Los términos elemento mineral esencial y nutriente mineral, fueron propuestos por los fisiólogos vegetales Arnon y Stout de la Universidad de

California, en 1939, quienes establecieron tres criterios de esencialidad (Marschner 1986).

## **4.8 Fertirriego.**

### **4.8.1 Antecedentes.**

La práctica de la fertirrigación es relativamente reciente, a pesar de haberse iniciado como tal desde 1930. Se ha desarrollado en forma paralela con los sistemas de riego presurizados, como goteo y aspersión. A partir de la década de los 70 ha ido creciendo la superficie con esta tecnología, desde aproximadamente unas 85,000 hectáreas en 1974, a más de un millón de hectáreas en la actualidad, siendo los países con mayor tradición y experiencia Israel, Estados Unidos de América, Australia, España, México y Sudáfrica. En México, la fertirrigación se inició con la aplicación de soluciones a base de nitrógeno junto con el agua de riego. Sin embargo, con la difusión en el uso de los sistemas de riego localizado de alta frecuencia (goteo y micro aspersión) se ha podido aplicar con mayor eficiencia los nutrientes requeridos por los cultivos (Armoni, 1994).

### **4.8.2. La fertirrigación en México.**

En México como una forma de coadyuvar a incrementar la eficiencia en el uso del agua en el sector agrícola, el gobierno federal estableció el Programa "Alianza para el Campo" en 1995, con el que se pone a disposición de los agricultores, apoyos dirigidos a la tecnificación del riego y a promover la instalación de sistemas de fertirrigación a fin de mejorar y hacer más eficiente el uso de agua, de los fertilizantes, de la energía y de la

infraestructura hidroagrícola, para reducir los costos y al mismo tiempo, incrementar los rendimientos de los cultivos y los beneficios económicos (Armoni 1994).

#### **4.8.3 Situación actual del sistema de fertirrigación.**

El riego localizado presenta numerosas ventajas respecto al sistema de riego tradicional en la relación a la utilización de aguas salinas y el ahorro de agua. Sin embargo, en los últimos años se ha demostrado que las mayores posibilidades de este sistema de riego se centran en su utilización como vehículo de una dosificación racional de fertilizantes. Es decir, ofrece la posibilidad de realizar una fertilización día a día, en función del proceso fotosintético y exactamente a la medida de un cultivo, un sustrato y un agua de riego determinados para unas condiciones ambientales definidas (Cadahia, 2000).

El sistema de fertirrigación es, hoy por hoy, el método más racional para realizar una fertilización optimizada y respetando el medio ambiente dentro de la denominada Agricultura Sostenible. Actualmente, en España la fertirrigación no solo se esta aplicando a los cultivos de invernadero (más de 50,000 ha) sino también a cultivos extensivos como: olivar, algodón, viña, etc., e incluso esta muy avanzando en Comarcas Agrícolas al norte de España donde la cantidad y calidad del agua del riego no son problemas importantes en las que el riego localizado se aplica fundamentalmente como vehículo para dosificar de forma racional los fertilizantes. Se estima una superficie total fertirrigada de más de 50,000 ha (Cadahia, 2000).

#### **4.8.4 Características generales de los fertilizantes utilizados en fertirrigación.**

1. En primer lugar, la característica lógica y esencial de los fertilizantes usados en fertirrigación es que sean solubles en agua, con el fin de obtener en disolución los elementos contenidos por los mismos. Por lo tanto, los fertilizantes sólidos para fertirrigación deben de llevar especificado en sus etiquetas las denominaciones %cristalino soluble+ o %soluble para fertirrigación+. Su solubilidad en agua evitara obturaciones a lo largo de las tuberías y goteros. Por ello, quedan descartados aquellos fertilizantes que contengan aditivos para mejorar su conservación o para hacer mas lenta su liberación. Hay que tener en cuenta la compatibilidad con otros fertilizantes y con la propia agua de riego (Cadahia, 2000).

2. se debe tener en cuenta que los fertilizantes son sales que elevan la concentración salina inicial del agua de riego (modificando su conductividad eléctrica . C.E.-), por lo que no se debe utilizar cantidades excesivas que superan los valores críticos de salinidad de cada cultivo (Cadahia, 2000).

3. Los fertilizantes, al mezclarse con el agua de riego, modifican el pH de la disolución resultante, con las consecuencias que ello representa. Así, si el fertilizante aumenta el pH habrá riesgos de precipitaciones de Ca pues en este caso el catión tiene menor solubilidad. Si el fertilizante disuelto baja el pH se evitarán obstrucciones en los goteros y servirá para limpiar la instalación. No obstante debe comprobarse que esta acidez va a permitir



que en la disolución de goteros (disolución concentrada diluida con el agua de riego) se obtenga un pH entre 5,5 y 6.0 (Cadaña, 2000).

#### **4.9. Disponibilidad de los nutrientes en el suelo.**

Los nutrientes y otros compuestos se presentan en un estado dinámico en el suelo. Se añaden o remueven de manera continua, mediante diversas vías. La fertilidad de un suelo depende de las tasas relativas de adición y remoción de sustancias nutritivas, además de los enlaces químicos y físicos. Hay tres posibles fuentes de las que las plantas pueden extraer los iones intercambiables y los minerales fácilmente degradables. La composición de la solución del suelo depende del contenido de humedad, del ritmo de crecimiento del cultivo y de la actividad de la población microbiana. La concentración de nitrato y cloruro varía inversamente con el contenido de humedad, dado que la totalidad de estos iones está en solución (Baldwin, 1985).

#### **4.10. Absorción de los nutrientes por la planta.**

##### **4.10.1 Nitrogeno (N).**

El nitrógeno puede ser absorbido y metabolizado por las plantas en la forma de  $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4$ . El  $\text{NO}_3$  es frecuentemente una fuente preferencial para el crecimiento del cultivo, pero depende de las especies vegetales y factores ambientales. Los cultivos toman principalmente  $\text{NO}_3$  incluso cuando los

fertilizantes son aplicados como  $\text{NH}_4$ , debido a la oxidación microbiana del  $\text{NH}_4$ , en el suelo (Mengel y Kirkby, 1987).

#### **4.10.2 Fósforo (P).**

El fósforo inorgánico en los suelos se encuentra casi exclusivamente en la forma de ortofosfato. El contenido total está en el rango de 0.02 a 0.15 % de fósforo. Una cantidad substancial de este fósforo está asociado con la materia orgánica del suelo (Guillermo et al., 1999).

Los fosfatos inorgánicos se mueven en el suelo muy pocos centímetros. En la mayoría de los suelos minerales, la movilidad del P es demasiado baja. Por esta razón, no hay riesgo de pérdidas de P por lixiviación en cualquier época del año, cuando es aplicado a los suelos minerales (Mengel y Kirkby 1987).

#### **4.10.3 Potasio (K).**

El potasio en el suelo se encuentra en la forma de ion  $\text{K}^+$  y es absorbido como tal, su contenido en los suelos es variable, pero la fracción intercambiable o asimilable para las plantas, es generalmente pequeña (Tisdale y Nelson, 1991).

Dumas (1990), menciona que el potasio es considerado importante para tener una fuerte influencia sobre la calidad de la fruta en la etapa de

maduración, al aportar mejor pigmentación. La nutrición adecuada con K incrementa el contenido de sólidos, azúcares, ácidos y carotenos, que son los parámetros relacionados con la calidad de fruta.

#### **4.10.4. Calcio (Ca).**

Este elemento abunda en la mayoría de los suelos en la forma de  $Ca_2$ , y las plantas raramente muestran deficiencia en condiciones naturales. Las soluciones nutritivas son suministradas con mucho calcio, pero recientemente se ha advertido que en realidad las plantas se desarrollan bien con concentraciones muy bajas, siempre que se hagan algunos ajustes en la composición del medio nutritivo. Esto puede ser de gran importancia en la agricultura, pues la aplicación de fertilizantes es costosa y el lavado por sobre fertilización es una fuente mayor de contaminación. Las altas concentraciones de  $Ca_2$ , tienden a precipitar muchas sustancias, que pueden ser importantes al impedir los efectos tóxicos de otras sales que podrían estar presentes en exceso (Bidwell, 1995).

## V.METODOLOGIA

### 5.1 Ubicación.

Este trabajo de residencia profesional fue realizado en las instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya (Figura 1), ubicado en el estado de Quintana Roo, municipio de Othón Pompeyo Blanco, en el ejido de Juan Sarabia específicamente a un costado de la carretera federal Chetumal-Escarcega del Km 21.5. En las coordenadas N 18°30' + 57.5q y W 088° 29' + 18.8q



Figura 1. Entrada del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

### 5.2 Materiales.

- Semillas de Ramon Brosimum alicastrum.
- Bolsas de polietileno de 1/8
- Suelo Yaaxhom
- Vernier
- 3 Galones de 20 litros

-Probeta de 100 ml

-4 fomi de istintos colores.

### 5.3 Características del suelo utilizado.

Para fines de este trabajo se consideró la utilización de la clasificación de los suelos forestales hecha por De la Cerda (1964), resultara de utilidad práctica para información que se requiera en estudio de suelos del presente proyecto. Dicha clasificación se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1: Clasificación de suelo.

CLASIFICACIÓN MAYA	FAO-UNESCO	pH PROMEDIO
Yaaxhom	Vertisolgleico	6.4
Tzekel	Rendzina	7.2
Kaakab	Cambisol lítico	7.5
Akalche	Gleysol	6.5

**Serie Yaaxhom:** Son suelos coluviales formados a partir de sedimentos arcillosos acarreados por el agua, con proporción dominante de coalinita. Estos tipos de suelos constituyen la zona de transición hacia los bajos. Pueden considerarse suelos fértiles pero con una economía del agua inestable, de gran permeabilidad. A pesar de la alta capacidad de retención de agua, ante la falta de cubierta vegetal tiende a perder la humedad

### **5.3.1 Características de suelos forestales.**

El suelo es un subsistema fundamental del ecosistema forestal, con características físicas, químicas y biológicas decisivas en su fertilidad (Fassbender, 1966). Las principales características físicas que influyen sobre la estructura del suelo son la profundidad del espacio enraizable; el régimen de agua (capacidad de agua útil y drenaje) y de aire (macroporosidad). Estas últimas propiedades, en iguales condiciones climáticas, son las principales causantes del cambio en la composición de la vegetación agroforestal (Schlatter, 1991), y junto con la actividad antropogénica han provocado el surgimiento de procesos de degradación de las propiedades de los suelos (Oldeman et al., 1990). Estos procesos tienen lugar principalmente en aquellas propiedades de los suelos que cambian más fácilmente, es decir sus propiedades lábiles, como son, la materia orgánica (Mo) y sobre todo las propiedades físicas e hidrofísicas del suelo, como la humedad, la densidad aparente (Da), la porosidad total (Pt) y la capacidad de campo (Cc) .

### **5.4. Recolección de las semillas.**

La semilla se recolectaron de una sola planta madre en las instalaciones de ECOSUR el día 12 de Agosto. Las semillas se pusieron a secar durante tres días dejándolas en charolas pero con periódico para que absorba un poco de humedad de la semilla. Se recolectaron 200 semillas.

### 5.5 Acondicionamiento del área.

Se limpio el área correspondiente de vivero realizando las siguientes actividades(figura 2):

- Deshierbe del lugar.
- Chapeo.
- Se removió la tierra con el azadón para nivelar el suelo.



Figura 2: Limpieza del área.

### 5.5 Uso del suelo.

La recolecta del suelo (figura 3) se hizo a través de un muestreo en el Km 22 en la carretera Chetumal-Escárcega en el lote del campo de tiro para el llenado de las bolsas de 1/8 (figura 4). A las bolsas se les agrego  $\frac{3}{4}$  de suelo seguidamente de las semillas ya secas (figura 5 y 6), cuando se metieron las semillas no se dejaron a gran profundidad del suelo para evitar que se ahogaran o que no germinaran.

En un total de 200 semillas para el experimento de las cuales se obtuvieron 120 germinadas de donde se tomaron 30 repeticiones para cada tratamiento en el cual una serie de 30 repeticiones para el Testigo.



Figura 3: Recolecta del suelo.



Figura 4: Llenado de bolsas.



Figura 5: Siembra.



Figura 6: Siembra.

### 5.6 Preparación de las soluciones.

Preparación de la solución nutritiva en 3 galones de 20 litros para el riego a *Brosimum alicastrum* Swartz. Lavar los galones con jabón, agua y cloro hasta conseguir que estén limpios sin algún residuo o suciedad. Posteriormente se agrega agua con los fertilizantes y se checa el pH.

Los fertilizantes a utilizar se pesan (figura 7) y se empiezan a disolver individualmente cada uno del menos soluble al más soluble.





Figura 7: Pesando fertilizante. Figura 8: Medición con el instrumento de pH

Comprobar el pH a 5.5 y ajustarlo (con el instrumento para medir pH; figura 8) con Ácido sulfúrico, por último se agita por unos minutos para realizar el fertirriego correspondiente con una probeta de 100 mL a cada plántula.

Cuadro 2. Solución nutritiva.

<i>meq/l</i>	$NH_4^+$	$Ca^{2+}$	$K^+$	$Mg^{2+}$	TOTAL
$NO_3^-$	1,2	1,2	0,8		3,2
$H_2PO_4^-$			0,4		0,4
$SO_4^{2-}$				0,6	0,6
TOTAL	1,2	1,2	1,2		4,2

Fuente Cadahia 2000.

A partir de esta cuadro-cuadro se realizaran las soluciones correspondientes con la cuadro del cuadro 1.

Utilizando el diseño de Cadahia 2000 para preparar las soluciones nutritivas de los 3 tratamientos:

Cuadro 3 Solución nutritiva 1

<i>meq/l</i>	$NH_4^+$	$Ca^{2+}$	$K^+$	$Mg^{2+}$	<i>H</i>	TOTAL
$NO_3^-$		1,2	2			3,2
$H_2PO_4^-$					0,4	0,4
$SO_4^{2-}$	1,2					0,6
TOTAL	1,2	1,2	2	0,6		

Cuadro 4 Solución nutritiva para el tratamiento 1

	<i>me</i>	p.equivalente	L	g/l
$(NH_4)_2SO_4$	1,2	66	1/1000	1.58
$CANO_3$	1,2	118	1/1000	2.83
$KNO_3$	2	101.1	1/1000	1.6
$H_3PO_4$	0,4	97	1/1000	0.77

Cuadro 5 Solución nutritiva 2

<i>meq/l</i>	$NH_4^+$	$Ca^{2+}$	$K^+$	$Mg^{2+}$	<i>H</i>	TOTAL
$NO_3^-$		2,5	0,7			3,2
$H_2PO_4^-$					0,1	0,4
$SO_4^{2-}$	1,2					0,6
TOTAL	1,2	1,2	1,2	0,6		

Cuadro 6 Solución nutritiva para el tratamiento 2

	Me	p.equivalente	L	g/l
$(NH_4)_2SO_4$	1,2	66	1/1000	1.58
$CANO_3$	2,5	97	1/1000	4.85
$KNO_3$	0,7	118	1/1000	1.65
$H_3PO_4$	0,1	101.1	1/1000	0.2

Cuadro 7 Solución nutritiva 3

<i>meq/l</i>	$NH_4^+$	$Ca^{2+}$	$K^+$	$Mg^{2+}$	$H$	TOTAL
$NO_3^-$		1,3	1,9			3,2
$H_2PO_4^-$					0,5	0,4
$SO_4^{2-}$	1,2					0,6
TOTAL	1,2	1,2	1,2	0,6		

Cuadro 8 Solución nutritiva para el tratamiento 3

	Me	p.equivalente	L	g/l
$(NH_4)_2SO_4$	1,2	66	1/1000	1.58
$CANO_3$	1,3	97	1/1000	2.52
$KNO_3$	1,9	118	1/1000	4.48
$H_3PO_4$	0,5	101.1	1/1000	1

## VI. RESULTADOS

Para la evaluación de los tratamientos ocupados durante el experimento se utilizó el programa de SAS Versión 9.0 (STATISTICAL ANALISIS SISTEM), en el cual se analizaron los datos correspondientes a altura y diámetro del tallo que fueron tomados durante el desarrollo y crecimiento de la plántula.

Cuadro 9. Diferencias significativas.

variable	media	Alfa	
Altura	25.33	0.005	Significativa
Diámetro	2.52	0.0001	Significativa
No. Hojas	6.61	0.57	no significativa

- Hay diferencias altamente significativas sobre la altura del tallo debido al efecto de la aplicación de soluciones nutritivas.
- El mejor tratamiento fue el 3 con una media de 26.83 cm, seguido el tratamiento 1 y posteriormente el tratamiento 2.
- Hay diferencia altamente significativa sobre el diámetro de *Brosimum alicastrum* Swartz., debido al efecto de la aplicación de soluciones nutritivas.

- El mejor tratamiento fue el 3 con una media de 2.69, seguido el tratamiento 1 y posteriormente el tratamiento 2.

Cuadro 10. Variables significativas.

Diferencia	
$T_1-T_2$	$26.35-25.38=0.97$
$T_1-T_3$	$26.35-26.83=0.48$
$T_1-T_4$	$26.35-22.76=3.54$ *
$T_2-T_3$	$25.38-26.38=1$
$T_2-T_4$	$25.38-22.76=2.62$ *
$T_3-T_4$	$26.83-22.76=4.67$ *

\* Tratamientos con efectos distintos

No existe igualdad en los tratamientos  $T_1-T_4$ ,  $T_2-T_4$ ,  $T_3-T_4$  debido a las soluciones nutritivas que causaron un efecto de diámetros y alturas mayores.

## VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos analizados en el programa estadístico podemos decir que la aplicación del fertirriego influye en el crecimiento del Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz.) en condiciones de vivero en Quintana Roo.

La mejor solución nutritiva fue la tercera logrando alturas y diámetros mayores.

Se encontró que no hubo un efecto significativo en de las soluciones nutritivas en el número de hojas .

## BIBLOGRAFIA.

- Álvarez A.P., Rico B.E., Rodríguez S.R. 2003. La creación de los primeros viveros forestales públicos en Galicia. Actas de la II Reunión sobre Historia Forestal. Cuad. Soc. Esp. Cien. For. 16:261-266.
- Armoni, Sholma. 1994. El riego por goteo. Editorial centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola. Israel. 99 págs.
- Ayala y Sandoval. 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje de Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en plantaciones a altas densidades en el norte de Yucatán, México. Agroforestería en las Américas 2(7): 1-16.
- Baldwin, J.P. 1985. A quantitative analysis of the factors affecting plant nutrient uptake from some soils. J. Soil Sci. 26:195-206
- Benítez G., M.T.P. Pulido Y M. Equihua, 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C, SIGOLFO, CONAFOR, Xalapa, Veracruz, México, í.e., 288.
- Bidwell, R.G.S. 1995. Fisiología Vegetal. Primera edición .
- Burgueño, C.H., J Gómez E I. Montoya, 1997. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Folleto. Vol.3.. Culiacán , Sin.

- Burns, R. M. Y M. Mosquera, 1988. Árboles útiles de la parte tropical de América del Norte. Comisión Forestal de América del Norte. Publicación 3. Washington DC. EE-UU.
- Cadahia López C. (2000). Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Segunda edición revisada. Ediciones Mundial-Prensa. Madrid., Barcelona. México.
- CONAP Informe Técnico.(2004)Cosecha de Semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum* y *costaricanum*)
- Cordero J., Y D. Boshier.( 2003). Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza - CATIE, Oxford, Reino Unido. 1079 pp.
- Dumas 1990. Tomatoes for processing IN 90's. Nutrition and crop fertilization+ Acta Horticulturae. 227.
- Fassbender, H.W. (1996). Modelaje de la Fertilidad del Suelo y de la Productividad de Sistemas de Producción Agropecuarios en América Latina. Conferencia Comisión 4 y 8: Fertilidad de suelos y Nutrición Mineral de Plantas. Fertilizantes y Correctivos. XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Aguas de Lindoia, Saõ Paulo, Brasil.CD support.
- Gómez, I; Fernández, J. L; Espinosa, R. y Olivera, Y.( 2004). Establecimiento de leguminosas arbustivas en multiasociación con especies de pastos en vertisuelos. Pastos y forrajes 27 (3): 128-135.
- Guillermo G., Orozco J., García L., Favela E., 1999. Fertirrigación , antología. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria, Monterrey.



- Mallén C.R.; Y Cortez M.2013. Revista Mexicana de Ciencias Forestales antes Ciencia Forestal en México. Rev. Mex. Cien. For. Vol.1., Núm.2.,
- Marschner H., 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Secund Edition 1989. Fifth printing 2002.
- Mengel, K. y E.A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. Internacional Potash Institute. Bern, Switzerland.
- Miranda F., 1998. La vegetación de Chiapas. 3ª edición. Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Chiapas. México, í.e., 378-380p.
- Oldeman, I.R., V.W. Van Egelen and J.R. Pulles. (1990): The extent of human induced soil degradation. ISRIC, Wageningen. The Netherlands.
- Ortiz M, Azañón Y, Melgar M, Elías L., 1995. The corn tree (*Brosimum alicastrum*): a food for the tropics. In Simopoulos, AP, ed. Plants in Human Nutrition, World Review of Nutrition and Diabetics. Basel, Switzerland: Karger Publishers. pp 134-146.
- Pennington, T., y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies (tercera edición). México D.F., México, Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica, México D.F., México. 523 pp.
- Pérez S., Orantes C., Garrido E., Cruz J. (2012). Diferencias en crecimiento y desarrollo de plántulas de mojú (*Brosimum alicastrum* Swartz) en condiciones de vivero. Revista de la Ciencias de la UNIGACH. LACANDONIA 6(2):51-57

- Ruano J., 2003. Viveros forestales: Manual de cultivos y proyectos. Edición Mundi-Prensa, Madrid-Barcelona-México.
- SAGARPA-INIFAP Tecnología. para el cultivo de plantas medicinales (Una alternativa económica para el productor)
- Sánchez, L.R., G.S. Quintero, C.F. Aragón, & L.M. Pineda, 2004. Nurses for *Brosimum alicastrum* reintroduction in secondary tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*. 198: 401-404.
- Schlatter, J. (1991). Fertilidad del suelo, concepto y su aplicación a la producción forestal. Actas del XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, San Carlos de Bariloche, Argentina. Pp 430.
- Tisdale S.L., y L. Nelson 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Limusa. México.
- Universidad Autónoma de Chapingo, 2000. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedores. División de Ciencias Forestales, Publicación en Español.
- Velázquez L., S. Quintero-Gradilla, F. Aragón-Cruz y M. Pineda-López 2004. Nurses for *Brosimum alicastrum* reintroduction in secondary tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*, vol. 198, pp. 401. 404.