

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO FORESTAL**

**Enfoque sustentable de una plantación comercial de cedro rojo “*Cedrela odorata* L.” en el Estado de Veracruz, utilizando lombricomposta y otros insumos orgánicos.**

**TESIS**

**QUE PRESENTA:**

**ENRIQUE DE LA CRUZ FLORES**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

**EL TITULO DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**BUENAVISTA, SALTILLO; COAHUILA, MEXICO.**

**JUNIO 2007**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO FORESTAL**

**Enfoque sustentable de una plantación comercial de cedro rojo  
“*Cedrela odorata* L.” en el Estado de Veracruz, utilizando  
lombricomposta y otros insumos orgánicos**

**POR:**

**ENRIQUE DE LA CRUZ FLORES**

**TESIS**

**A P R O B A D A**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**COORDINADOR DE LA  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

---

**Dr. José Luíz Oviedo Ruiz**

---

**MC. Arnoldo Oyervides García**

**Buenavista, Saltillo; Coahuila, México  
Junio de 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMÍA**

**Enfoque sustentable de una plantación comercial de cedro rojo  
“*Cedrela odorata* L.” en el Estado de Veracruz, utilizando  
lombricomposta y otros insumos orgánicos**

**POR:**

**ENRIQUE DE LA CRUZ FLORES**

**TESIS**

**Que se somete a consideración del H. jurado examinador como  
requisito parcial para obtener el título de:  
Ingeniero Forestal**

**A P R O B A D A**

**EL PRESIDENTE JURADO**

---

**Dr. José Luís Oviedo Ruiz**

**VOCAL**

**VOCAL**

---

**Ing. José Antonio Ramírez Díaz**

---

**Dr. Juan Carlos Zúñiga Enríquez**

**VOCAL**

---

**MC. Adolfo Ortegón Pérez.**

**EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

---

**MC. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA**

*Esta tesis ha sido apoyada por la empresa **BioAgroMex S.A. de C.V. (Biotecnología Agrícola de México)** de Saltillo, Coahuila; La Asociación Regional de Silvicultores de la Unidad de Manejo Forestal Sierra de Otontepec A.C.(ARSUMAFORSO) a través de la **Comisión Nacional Forestal Región X (Golfo – Centro)** y también por el Proyecto de Investigación de la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, titulado: **Enfoque sustentable de una plantación comercial de cedro rojo Cedrela odorata L. en el Estado de Veracruz, utilizando lombricomposta y otros insumos orgánicos***

## **DEDICATORIA**

**Especialmente a mis padres:**

*Reyno De la Cruz Rivera*

*Norma Flores Cruz*

**A ti padre:**

Por darme la vida, por tus grandes consejos que siempre los llevo en mi mente, los cuales me han llevado a salir adelante ante todo, por ayudarme a confiar en mi mismo y sobresalir ante cualquier obstáculo, gracias a tu esfuerzo he logrado ser alguien en la vida. Ante todo te ganaste mi admiración y respeto. Muchas gracias Papá.

**A ti madre:**

Por traerme a este mundo dándome la vida, por tu compañía y tus cuidados durante toda mi niñez, por el sacrificio que me has brindado, por tus desvelos y el amor que siempre me demostraste, gracias a tu esfuerzo he logrado mi sueño, mi carrera profesional. Muchas gracias mamá.

**A mis hermanas:**

*María Antonia*

*María Elena*

*Reyna Liliana*

**A mis abuelitos:**

*Papá Mele.*

*Mamá Beta.*

*Papá Salvador.*

*Mamá Paula.*

**Quiero dar gracias especialmente a mi novia:** *Anadelia Cruz Santiago* por su amor, compañía y el apoyo que me otorga siempre, gracias a ti, he podido sentirme con muchos ánimos y con ganas de seguir sobresaliendo siempre. Gracias mi amor por tu cariño, tu comprensión y los consejos que me han llenado de confianza para seguir creciendo día con día, muchas gracias amor.

***A todos ellos con todo cariño les dedicó este trabajo.***

## AGRADECIMIENTOS

**A DIOS:** Nuestro señor todo poderoso, por permitirme existir en este mundo, por cuidarme durante toda mi vida y guiarme en el camino de mi carrera profesional, gracias.

**A mí Alma Mater :** A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por los conocimientos adquiridos durante mi carrera profesional.

Al Dr. José Luíz Oviedo Ruiz: por su apoyo y consejos durante mi estancia en esta universidad. Muchas gracias.

Al Ing. José Antonio Ramírez Díaz por su apoyo durante mi carrera profesional y sus comentarios realizados a esta investigación. Muchas gracias

Al Dr. Juan Carlos Zúñiga Enríquez: por el su apoyo en la participación del presente trabajo de investigación. Muchas gracias.

Al M.C. Adolfo Ortégón Pérez: por la confianza y apoyo que me brindó para realizar este trabajo. Muchas gracias.

Al Ing. Baltasar Reyes por permitirme aportar conocimientos a la empresa BIOAGROMEX S.A. de C.V, al proporcionarme insumos para su evaluación.

A la Asociación Regional de Silvicultores de la Unidad DE Manejo Forestal Sierra de Otontepec A.C que atreves de la CONAFOR Región X subsidiaron esta investigación con el proyecto Adopción y Transferencia de Tecnología.

A todos los Ingenieros, Maestros en Ciencias y doctores por ayudarme en la acumulación de conocimientos y prácticas realizadas, gracias.

A mis Padres y hermanos por apoyarme siempre en mi vida, por cuidarme siempre y por ayudarme a salir adelante, los quiero mucho. Muchas gracias.

A mi novia, por su cariño y amor que me ha brindado, con todo mi amor y cariño; muchas gracias por estar conmigo.

A mis tíos, tías y primos: gracias por su confianza y apoyo

A mis amigos: Freddy, Dany Daniel, Leonardo, Abimael, Eduardo Ríos, Emmanuel Ríos, Juan Carlos Camaras, Javier Mendoza Sandoval y a todos mis compañeros de la Generación de Ingeniero forestal ( C ); gracias por su amistad brindada; así mismo a cada una de las personas que intervinieron de una o de otra forma en la culminación de la presente.

# CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE GRAFICOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
Hipótesis.....	4
Hipótesis nula.....	4
Hipótesis alternativa.....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
Taxonomía de <i>Cedrela odorata</i> L.....	6
Descripción botánica del cedro rojo.....	6
Hojas, Flores y Frutos.....	7
Producción de semilla y diseminación.....	8
Distribución geográfica.....	9
Usos.....	9
Requerimientos ecológicos: Precipitación, Temperatura, Altitud, Suelo.....	10
Plagas más común del cedro rojo.....	10
Barrenador del cedro rojo <i>Hypsipyla grandella</i> Zeller.....	10
Generalidades.....	10
Control químico y biológico.....	11
Importancia de las plantaciones forestales comerciales.....	12
Generalidades de los tratamientos.....	15
Lombricomposta.....	15
Lombriz roja californiana.....	15

Composición del humus de lombriz .....	16
Dosificación .....	16
Algunas investigaciones con lombricomposta .....	16
Paquete Bioagromex .....	18
ProEnzim (bioactivador enzimático orgánico y mejorador de rendimiento) .....	18
Composición .....	18
Principales funciones del producto .....	19
Recomendaciones sobre el producto .....	19
BioMix N (fertilizante líquido complejo – nitrógeno) .....	20
Composición .....	20
Características .....	20
Ventajas .....	21
Tabla de recomendaciones .....	21
BioMix P (fertilizante líquido complejo – fósforo) .....	22
Composición .....	22
Características .....	22
Ventajas .....	23
Tabla de recomendaciones .....	23
Establecimiento de la plantación .....	24
Preparación del terreno .....	24
Trazo y Apertura de cepas .....	24
Manejo y transporte de la planta .....	25
Época de plantación .....	25
Manejo de la plantación en la etapa inicial .....	25
Control de malezas .....	25
Desahíjes y Podas .....	26
Control de plagas y enfermedades.....	26
Aclareos .....	26
III. MATERIALES Y METODOS .....	27
Descripción del área de estudio .....	28
Establecimiento del experimento .....	28
Diseño experimental y modelo estadístico .....	28



Tratamientos y distribución .....	29
Preparación del terreno .....	30
Trazo y Apertura de cepas .....	30
Manejo y transporte de la planta .....	31
Época de plantación .....	32
Manejo de la plantación en la etapa inicial .....	33
Control de malezas .....	33
Desahíjes y Podas .....	34
Control de plagas y enfermedades.....	34
Aclareos .....	35
VARIABLES A MEDIR .....	35
Altura de la planta .....	35
Diámetro a la base .....	35
Diámetro de copa.....	36
Altura de fuste limpio .....	36
Sobrevivencia .....	37
Resistencia a plagas y enfermedades .....	37
Evaluaciones .....	37
Materiales utilizados.....	37
ProEnzim.....	37
BioMix N.....	38
BioMix P.....	39
Lombricomposta.....	39
 IV. RESULTADOS .....	 40
 V. CONCLUSIONES .....	 61
 VI. RECOMENDACIONES .....	 63
 VII. BIBLIOGRAFIA .....	 65
 VIII. APENDICE .....	 69

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>página</b>
1. Composición química y física del humus de lombriz.....	16
2. Composición porcentual de ProEnzim® .....	18
3. Composición porcentual de BioMix N®.....	20
4. Recomendaciones para la aplicación de BioMix N®.....	21
5. Composición porcentual de BioMix P®.....	22
6. Recomendación para la aplicación de BioMix P®.....	23
7. Distribución de tratamientos en campo.....	29
8. ProEnzim®, biactivador enzimática orgánico y mejorador de rendimiento ...	38
9. BioMix N®, fertilizante liquido complejo adicionado con Nitrógeno .....	38
10. BioMix P®, Fertilizante liquido complejo, enriquecido con Fosforo.....	39
11. Valores de Cuadrados Medios de las variables en estudio de los árboles de cedro rojo en el predio “El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. de Chicontepec, Ver.” 2005-2006 .....	40
12. Prueba de Medias de las variables evaluadas en una plantación de cedro rojo el predio el plan, Ejido Ahuateno, Mpio. de Chicontepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006 .....	41
13. Incidencia del pulgón saltador del cedro en el mes de abril .....	49
14. Incidencia de <i>Hypsiphyla grandela</i> en el mes de junio .....	50
15. Árboles muertos por tratamiento .....	51
16. Coeficientes de correlación de las variables en estudio .....	52
17. Datos promedios en altura de planta de las evaluaciones realizadas .....	52
18. Datos promedios en diámetro basal de las siete evaluaciones .....	53
19. Datos promedios en diámetro de copa de las siete evaluaciones .....	54
20. Datos promedios en altura de copa de las siete evaluaciones .....	55
21. Concentración de datos para altura de planta .....	56
22. Concentración de datos para Diámetro basal.....	57
23. Concentración de datos para Diámetro de copa.....	58
24. Concentración de datos para altura de copa .....	59

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>pagina</b>
1. Árbol de cedro.....	6
2, 3 y 4. Arboles que todavía se pueden encontrar en la zona de influencia de la Sierra de Otontepec, Ver; Méx.....	7
5. Hojas.....	8
6. Flores.....	8
7. Frutos.....	8
8. Frutos de cedro rojo.....	9
9. Predio “El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepec, Ver. ....	28
10 y 11. Terreno antes del establecimiento de la plantación y árboles de naranjo en etapa senil que fueron derribados.....	30
12. Trazo del terreno a una equidistancia de 3x3 m. marco real .....	31
13. Apertura de cepas de 30x30x30 cm .....	31
14. Vivero rustico, con procedencia de germoplasma seleccionada.....	31
15. Árboles con características ideales para la colecta de germoplasma.....	31
16. Plantas con características ideales para la plantación.....	32
17. Transporte de la planta al sitio de plantación.....	32
18. Establecimiento de la plantación, 6 de agosto de 2005.....	33
19. Aplicación de tratamientos línea Bioagromex .....	33
20. Eliminación de la competencia en nuestras plantaciones.....	33
21. Realización del cajeteo para mayor captura de agua .....	33
22. Eliminación de los brotes secundarios causados por el barrenador de las Meliáceas.....	34
23. Primera poda de copa realizada el 5 de agosto de 2006.....	34
24 y 25. Aplicación de Decís®, a partir del mes de abril.....	35
26. Medición de la altura de los árboles.....	36
27. Medición del diámetro basal .....	36
28. Diámetro medio de copa.....	36
29. Altura de Fuste limpio .....	36

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Gráficos</b>	<b>pagina</b>
1. Altura de planta de cedro rojo a 12 meses de haberse establecido la plantación. En el Predio el plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006 .....	43
2. Diámetro basal de cedro rojo a 12 meses de haberse establecido la plantación. En el Predio el Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006 .....	44
3. Diámetro de copa de cedro rojo, correspondiente al periodo octubre 2005 a junio 2006. En el Predio El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006 .....	46
4. Altura de fuste limpio de cedro rojo, correspondiente al periodo octubre 2005 a junio 2006. En el Predio El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006 .....	48
5. Incremento bimensual de altura de planta a 12 meses de establecida la plantación. ....	53
6. Incremento bimensual del diámetro basal a 12 meses de establecida la plantación .....	54
7. Incremento bimensual del diámetro de copa de octubre 2005 a junio 2006 .....	55
8. Incremento bimensual altura de copa de octubre 2005 a junio 2006.....	56
9. Altura de planta en porcentaje .....	57
10. Diámetro basal en porcentaje .....	58
11. Diámetro de copa en porcentaje .....	59
12. Altura de copa en porcentaje .....	60

## RESUMEN

El objetivo primordial del trabajo de investigación es enfocar de manera sustentable el proceso productivo forestal en *Cedrela odorata* L. en etapa de establecimiento y desarrollo inicial de plantaciones forestales comerciales en el trópico seco de México, mediante la utilización de lombricomposta y otros insumos orgánicos en esta etapa productiva. Mediante las evaluaciones en la respuesta del desarrollo inicial de la plantación, en altura, diámetro de tallo, diámetro de copa y altura de fuste limpio. Esta investigación se desarrollo en El Predio El Plan municipio de Chicontepec, Estado de Veracruz entre las coordenadas 21° 02´ 44.4" latitud N y 98° 06´ 54.9" longitud W. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones con cinco unidades muestrales cada una: **T1**: Testigo (tierra del sitio), **T2**: 50% de lombricomposta + 50% de tierra del sitio (2:2 paladas), **T3**: 75% lombricomposta + 25% de tierra del sitio (3:1 paladas), **T4**: Pro Enzim ®, (25ml/árbol), **T5**: Bio Mix N®, (25ml/árbol) y **T6**: Bio Mix P®, (25ml/árbol); para examinar las variables altura de planta, diámetro basal, diámetro de copa y altura de fuste limpio. Los resultados del análisis de varianza mostraron las existencias de diferencias estadísticas altamente significativas ante los tratamientos para las variables altura de planta, diámetro basal, diámetro de copa, excepto altura de fuste limpio. Lo anterior indica que las diferencias entre las variables se debieron al efecto de los tratamientos y no al medio ambiente. Las pruebas de Tukey mostraron que se pueden emplear los siguientes tratamientos **T3**, **T2** y **T4** principalmente, para todas las variables que se midieron.

## ABSTRACT

The fundamental objective of the work of investigation is to focus of sustainable way the forest productive process in *Odorata Cedrela* L. in stage of establishment and initial development of commercial forest plantations in the dry tropic of Mexico, by means of the organic use of lombricomposta and other incomes in this productive stage. By means of the evaluations in the answer of the initial development of the plantation, in height, diameter of stem, diameter of glass and height of clean shaft. This investigation development in the Estate the Plan municipality of Chicontepec, State of Veracruz between coordinates 21<sup>or</sup> 02´ 44,4” latitude N and 98<sup>or</sup> 06´ 54,9” length W. An experimental design in blocks with six treatments and five repetitions with five units was used at random samples each one: **T1**: Witness (land of the site), **T2**: 50% of lombricomposta + 50% of land of site (2: 2 shovelfuls), **T3**: 75% lombricomposta + 25% of land of site (3: 1 shovelfuls), **T4**: Pro Enzim ®, (25ml/tree), **T5**: It saw Mix N®, (25ml/tree) and **T6**: It saw Mix P®, (25ml/tree); in order to examine the variables height of plant, basal diameter, diameter of glass and height of clean shaft. The results of the variance analysis showed to the existence of highly significant statistical differences before the treatments for the variables height of plant, basal diameter, diameter of glass, except height of clean shaft. The previous thing indicates that the differences between the variables had to the effect of the treatments and not environment. Test of Tukey showed that the following treatments can be used **T3**, **T2** and **T4** mainly, for all the variables that were moderate.

## I. INTRODUCCIÓN

El deterioro de los recursos forestales se ha venido acentuando en el mundo, al grado de que cada año se pierden mas de 16 millones de hectáreas, por cambio de uso de suelo, sobrepastoreo, tala irracional, incendios, plagas y enfermedades forestales, actividad industrial, construcción de caminos, gasoductos, brechas para transmisión eléctrica; así como por la contaminación ambiental y el avance de la mancha urbana. En México, se estimó que se en el 2005 se perdieron 401mil hectáreas de bosque y selvas, debido principalmente, al cambio de uso de suelo, incendios forestales, entre otros (SEMARNAT, 2006).

Por consiguiente la producción forestal en México, ha sido y es insuficiente para atender las necesidades nacionales, especialmente en el caso de las industrias de la ebanistería, mueblería, decoración y de los tableros; debido a esto se tiene la necesidad de promover más plantaciones comerciales forestales especialmente de especies tropicales para abastecer a las industrias mencionadas.

Tan solo en el año 2000, el saldo de la balanza comercial de productos forestales en México, arrojó un déficit superior a los 1860 millones de dólares, significando esto una importante fuga de divisas, desestímulo en la inversión interna, pérdida de empleos y por supuesto, abatimiento del bienestar social (SEMARNAT, 2001).

Particularmente, en lo que respecta a la producción de madera en rollo, así como madera aserrada, el déficit en la balanza comercial referida fue superior a los 90 millones de dólares, destacándose la necesidad de que el país ingrese a una dinámica de fomento forestal comercial, a través de plantaciones comerciales tanto de coníferas como de latifoliadas (SEMARNAT, 2001)

En el trópico mexicano, las plantaciones más comunes son de meliáceas, particularmente de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo) y de *Swietenia macrophylla* King (caoba); estas especies forestales son consideradas como maderas preciosas debido a las características que posee su madera.

Sin embargo, las plantaciones maderables incluyen una serie de problemas de carácter ecológico, ya que el uso de agroquímicos sigue siendo común y consecuentemente contaminante, por lo que se deben plantear nuevas estrategias de producción forestal que adopten modelos sustentables. Una de ellas es la utilización de fertilizantes y abonos orgánicos, ya que estos, además de conllevar a la sustentabilidad, minimizan el daño al medio ambiente.

Por lo anterior, el presente trabajo pretende probar diferentes tipos de abonos orgánicos en una plantación comercial de cedro rojo (*Cedrela odorata* L) en el Estado Veracruz. Tal es el caso de la lombricomposta, que es un sustrato que es elaborado por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), ya que ésta, al ingerir desechos orgánicos, tiene la capacidad de convertirlo en abono con una alta concentración de humus; este tipo de sustratos son producidos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; una de las pocas instituciones nacionales dedicada a la docencia, así como a la investigación agropecuaria y forestal, con fines sustentables.

En este sentido, actualmente existen en México Empresas con una visión sustentable, que trabajan arduamente en la investigación de novedosas tecnologías con mística conservacionista, como es el caso de Bioagromex S.A. de C.V. (Biotecnología Agrícola de México); empresa que se dedica a la elaboración y comercialización de productos orgánicos y órgano-minerales, de la más alta calidad a nivel mundial, que lejos de contaminar el medio ambiente, mejoran estructuralmente los suelos, incrementan los niveles metabólicos de las producciones agrícolas y agroforestales, permitiendo simultáneamente, incrementar los niveles



productivos para el beneficio económico de los productores del campo mexicano (Bioagromex, 2004).

Por lo anterior, la producción forestal en plantaciones forestales de maderas preciosas en el trópico mexicano, podría ser eficientada, técnica, económica, social y ecológicamente, mediante la inducción de nuevas tecnologías sustentables que incluyan la adopción de insumos orgánicos nacionales, en los procesos de plantación y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales.

## Objetivos

### Objetivo general

Enfocar de manera sustentable el proceso productivo forestal en *Cedrela odorata* L. en etapa de establecimiento y desarrollo inicial de plantaciones forestales comerciales en el trópico seco de México, mediante la utilización de lombricomposta y otros insumos orgánicos en esta etapa productiva.

### Objetivos específicos

- a) Evaluar la respuesta en el desarrollo inicial de una plantación forestal de cedro rojo (*Cedrela odorata* L), en altura, diámetro de tallo, diámetro de copa y altura de fuste limpio aplicando tratamientos que incluyen, diferentes insumos orgánicos.
- b) Valorar económicamente cada uno de los tratamientos de producción sustentable aplicados, con relación a los beneficios biológicos obtenidos en los árboles establecidos (apéndice 5).

## Hipótesis

### Hipótesis nula

**H<sub>0</sub>:** Todos los tratamientos tienen igual respuesta en crecimiento y desarrollo inicial en la plantación comercial de *Cedrela odorata* (cedro rojo).

## **Hipótesis alternativa**

**H<sub>a</sub>:** Al menos uno de los tratamientos tienen una respuesta diferente en crecimiento y desarrollo inicial en la plantación comercial de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### Taxonomía de *Cedrela odorata* L



Figura 1. Árbol de cedro

Pertenece a la familia de las meliáceas, genero: *Cedrela*, especie: *odorata*, y nombre común: cedro rojo, cedro amargo. Figura 1.

### Descripción botánica del cedro rojo

Los cedros son árboles de tamaño mediano a grande. Normalmente tienen entre 15 y 20 m de altura y de 40 a 60 cm de diámetro a la altura del pecho (dap); en casos excepcionales, se encuentran ejemplares que alcanzan hasta 40 m de altura y unos 2 m de diámetro (Betancourt, 1987). Por su parte la CONAFOR (2005) precisa que el árbol de cedro puede alcanzar entre 35 y 40 m de altura y hasta 1.7 de diámetro; su tallo es robusto y su corteza agrietada. De acuerdo a Betancourt (1987) el fuste de este árbol es recto y cilíndrico; a más de la mitad de la altura del árbol se forma la copa de ramas ascendentes y gruesas, en forma de cúpula. La corteza es de color gris claro en los árboles jóvenes y ligeramente dividida en placas por leves fisuras; en los ejemplares maduros se agrieta y las hendiduras van aumentando con la edad del árbol; la corteza interior es de

color rosado a castaño claro, con textura fibrosa y sabor amargoso. Los árboles de mayor tamaño tienen contrafuertes en la base del tronco Figura 2, 3, y 4.



Figura 2, 3 y 4 árboles que todavía se pueden encontrar en la zona de influencia de la Sierra de Otontepec, Ver. México.

### **Hojas, flores y frutos**

Las hojas del cedro son grandes, compuestas de 5 a 11 pares de folíolos (figura 5) que cuando se estrujan, despiden un penetrante olor a ajo, esta especie tira las hojas cuando han madurado totalmente los frutos (CONAFOR, 2005). Según Cintrón (1990) florece al comienzo de la temporada de lluvias, de mayo a agosto en México, las Indias Occidentales y el Norte de la América del Sur y de septiembre a octubre en Argentina. La florescencia comienza cuando las nuevas hojas comienzan a expandirse. Las inflorescencias, de gran tamaño y muy ramificadas, presentan numerosas flores pequeñas, de cinco partes, simétricas y de color blanco verdusco (figura 6). Los árboles son monoicos; las flores masculinas y femeninas aparecen en la misma inflorescencia, pero la especie es protoginia (las flores femeninas se abren primero). El desarrollo de las frutas toma aproximadamente de 9 a 10 meses y maduran durante la siguiente temporada seca. Los árboles comienzan a producir fruta a una edad de 10 a 12 años. La fruta, que consiste en una cápsula leñosa de buen tamaño,

aparece cerca de la punta de las ramas; cuando las frutas maduran, se rajan y liberan las semillas, figura 7 y 8.



figura N.5 hojas



Figura N.6 flores



Figura N.7 frutos

### **Producción de semillas y su diseminación**

Cuando maduran las frutas, se abren de arriba hacia abajo para liberar de 40 a 50 semillas aladas. El peso de las semillas es alrededor del 8 al 10 por ciento del peso seco de la fruta; un kilogramo contiene de 20,000 a 50,000 semillas, las cuales tienen de 20 a 25 mm de largo (incluyendo el ala) y son dispersadas por el viento. Se producen cosechas abundantes de semillas de manera anual en algunas áreas y de manera bianual o irregular en otras. Las semillas se liberan durante la temporada de sequía y pierden su viabilidad rápidamente si no se almacenan bajo condiciones secas y a bajas temperaturas (Cintrón, 1990).



Figura N.8 frutos de cedro rojo

### **Distribución geográfica**

En México se le encuentra formando parte de la vegetación secundaria de selvas altas y medianas perennifolias. Se distribuye desde Tamaulipas a la Península de Yucatán y de Sinaloa a Chiapas (Hernández, 2000). Sin embargo CONAFOR (2005) menciona que el cedro rojo es originario de México y Centroamérica, donde se distribuye en climas cálidos y semicálidos, crece asociado a la selva tropical caducifolia, subcaducifolia, subperennifolia y perennifolia. Se le encuentra en la vertiente del Golfo de México, desde el Sur de Tamaulipas y Sureste de San Luís Potosí, hasta la Península de Yucatán, y la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hasta Guerrero, abarcando la depresión central y la Costa de Chiapas.

### **Usos**

La madera de cedro puede usarse en acabados y divisiones de interiores, muebles de lujo, chapas decorativas, artículos torneados, gabinetes de primera clase, puertas talladas, contrachapados, molduras y paneles. Además tiene otros usos ya que es una buena especie melífera,

tiene uso medicinal, las hojas, la corteza y la madera han sido utilizadas en varios países para tratar diversas dolencias (De Rodríguez, 2000).

### **Requerimientos ecológicos: precipitación, temperatura, elevación y suelos**

El cedro rojo requiere una precipitación de 1200 - 2000 mm anuales, con una estación seca de tres a cuatro meses. En América Central se le encuentra en rangos de temperatura desde 11 - 38 grados centígrados y baja humedad relativa al final de la época seca. En el ámbito de distribución natural de la especie se le encuentra en sitios que presentan temperaturas de 20 - 32 grados centígrados. Se le encuentra desde 0 - 1000 msnm. Además requiere de suelos fértiles, profundos, bien drenados y aireados con buena disponibilidad de elementos mayores. Prefiere suelos aluviales de textura franca, que permitan la fluctuación frecuente de la capa freática, no soporta suelos inundados, ni con altos contenidos de aluminio, hierro y zinc (De Rodríguez, 2000).

### **Plaga más común del cedro rojo**

#### **Barrenador del cedro rojo *Hypsipyla grandella* Zeller**

#### **Generalidades**

*Hypsipyla grandella* Zeller. ha cobrado interés mundial por que ha sido uno de los factores limitantes de mayor importancia en el establecimiento de plantaciones comerciales de meliáceas (Rodríguez, 1980).

El gusano barrenador de la meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Lepidóptero: *Pyralidae*), es posiblemente la principal plaga forestal en América Latina y el Caribe. Ello obedece a su bajo umbral de tolerancia (con apenas una larva en el brote principal de un árbol el daño resulta severo); a



su especificidad sobre la familia meliáceas, que incluye árboles de maderas preciosas, como las caobas (*Swietenia* spp.) y los cedros (*Cedrela* spp.); y a su muy amplia distribución geográfica, que comprende desde Florida (EE.UU.) hasta Argentina, incluyendo las islas del Caribe (Hilje, 2002).

La alta incidencia y gran severidad comúnmente observadas en el campo, han imposibilitado el establecimiento de plantaciones con dichas especies, a pesar de amplios y ricos esfuerzos de investigación para buscar métodos para su combate. Estos han incluido al mejoramiento genético, las prácticas silviculturales, el control biológico y el combate químico. Aunque la falta de métodos realmente eficaces y de bajo costo ha causado gran frustración entre los productores y los técnicos forestales, se debe reconocer que hoy existen algunas opciones innovadoras, que podrían hacer factible un manejo sostenible en términos económicos y ambientales, de dicha plaga (Hilje, 2002).

### **Control químico y biológico**

Uno de los químicos recomendables es el Malation 1000 C.E., en dosis de 200 mililitros por cada 100 litros de agua; también puede utilizarse dosis al 25% en dosis de 50 mililitros por cada 100 litros de agua, es recomendable aplicar en época de primavera y después cada 30 días hasta el mes de noviembre (De la Fuente, 1995, citado por Limón, 2003),

Se ha demostrado que el Metonil, el Monocrotofos y el Carbofuran fueron los que lograron una protección completa durante 23 días en condiciones de invernadero y contra las larvas de los primeros instares. En campo, la persistencia de los productos se redujo por la influencia del ambiente (Cibrían *et al*, 1995)

Los métodos de control representan una gama de opciones para mantener los niveles de daño abajo del umbral económico, uno de ellos es el control biológico, el cual tiene sus principales ventajas en que no contamina el ambiente, no es nocivo para la salud humana ni animal y suele ser mas económico que el control químico (Sánchez y Velásquez, 1998).

Por otra parte evaluaron el efecto del hongo *Beauveria bassiana* (BB) y la bacteria *Bacillus thuringiensis* (BT) sobre la plaga *Hysipyla grandella* en una plantación de cedro rojo de diez meses, establecida en el Campo Experimental El Palmar, Tezonapa, Ver. Se probaron tres frecuencias de aplicación de los patógenos, recayendo los mejores resultados para *Beauveria bassiana*, con aplicación cada mes y con aplicación cada tres meses se logro un porcentaje de mortandad de larvas de 71%, de igual manera, para *Bacillus thuringiensis*: con aplicación cada mes y con aplicación cada tres meses se logro el 91% y 67% respectivamente. Por consiguiente el número de daños causados por la plaga se redujo en un 75% con *Beauveria bassiana* y 74% con *Bacillus thuringiensis* (Sánchez y Velásquez, 1998)

### **Importancia de las plantaciones forestales comerciales**

Los bosques y selvas de México, constituyen el recurso natural más importante en México; sin embargo, se están agotando, debido a esto, es importante señalar, que las plantaciones forestales son necesarias en términos generales, pero son de vital importancia para el abastecimiento a la industria de la celulosa, no descartando el abastecimiento al resto de la industria forestal, que requiere de productos más maduros y de plantación en su cultivo a mas largo plazo (Rosas, 1989).

Una plantación forestal comercial se refiere al establecimiento, cultivo y manejo de vegetación forestal en terrenos temporalmente forestales o preferentemente forestales, cuyo objetivo principal es la producción de materias primas forestales destinadas a su industrialización y/o comercialización (SEMARNAT, 2003b).

En los últimos años, México ha establecido diversas plantaciones comerciales de especies maderables; se estima que en el año 2004, la superficie plantada asciende a más de 100,000 ha de cedro rojo y caoba, principalmente en los estados de Veracruz, Campeche, Tabasco, Chiapas, Oaxaca y Puebla (CONAFOR, 2005b).

Las plantaciones de maderas preciosas resultan un gran negocio, ya que cada vez es menos rentable extraerlas de las selvas y porque México cuenta con las condiciones climáticas idóneas para incursionar en el cultivo de maderas tropicales, quitando presión y permitiendo la conservación de los bosques y las selvas (CONAFOR, 2005b).

Actualmente los precios de exportación de la madera de caoba y de cedro rojo de América Latina están creciendo notablemente, por lo que hay una oportunidad de mercado para la madera mexicana producida en plantaciones comerciales, ya que la demanda de Estados Unidos y de Europa va en aumento (CONAFOR, 2005b).

El volumen aportado por las plantaciones en 2004 representa el 3.5% de la producción de materias primas forestales maderables para ese año, sin embargo, no basta con tener el volumen necesario de materias primas o productos forestales creados en plantaciones, si no se cuenta con un buen mercado (Monreal, 2005)

Las plantaciones comerciales presentan características favorables que se plantea como una alternativa adecuada para producir los volúmenes de madera que exige el mercado en volumen, costo y precios de madera que sean competitivos ante el mercado internacional. No obstante estas grandes ventajas, para que se establezcan será necesario implementar una política de incentivos que motiven y apoyen a los productores e industriales para que inviertan en ellas (Torres, 1996)

No se trata solo de incrementar el valor agregado de los productos en las plantaciones comerciales, sino de obtener precios diferenciados derivados de un reconocimiento a la sustentabilidad, debido a la seguridad que representa para el cliente la adquisición de productos provenientes de prácticas sustentables o sostenibles de manejo de los recursos forestales (Monreal, 2005).

Las plantaciones forestales son importantes para recuperar como para conservar los recursos naturales del país; así como desde el punto de vista económico y social para la obtención de materia prima para el uso industrial y los beneficios que se generen con su creación, también se ha demostrado que las plantaciones forestales proporcionan beneficios notables ya que modifican y mejoran las condiciones ambientales por ello a mayor volumen de plantaciones forestales, mayor volumen de agua habrá, así como, una gran diversidad de especies tanto de fauna como de flora originados por el clima (Rosas, 1989, Contreras, 1995 y Benítez, 1995)

## **Generalidades de los tratamientos**

### **Lombricomposta.**

El humus de lombriz (la lombricomposta), además de ser un excelente abono orgánico, es un mejorador de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, puede ser de color parda oscuro a negruzca, granulada y se llama humus a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición, por la acción de microorganismos o por el efecto de digestión de *la Eisenia Foetida*, mas comúnmente llamada Lombriz de Tierra (SAGARPA, s/f)

### **Lombriz roja californiana**

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), reúne las características morfofisiológicas y comportamentales muy importantes para introducirla dentro de una explotación zootécnica; es decir, es la mas usada en lombricultura, gracias a sus características fisiológicas que la hacen una verdadera “fabrica” procesadora de materia orgánica; Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso, donde el 60% se convierte en abono y el resto lo utiliza en su metabolismo y para generar tejidos corporales (Solano, 2002).

Los principales países productores de lombriz roja californiana de América Latina son Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador; estos países cuentan con grandes explotaciones industriales (Infoagro, 2005)

## Composición del humus de lombriz.

La composición del humus de lombriz es la que se muestra en el siguiente cuadro 1 (Infoagro, 2005).

Cuadro 1. Composición química y física del humus de lombriz (Infoagro, 2005).

<b>componente</b>	<b>cantidad</b>
Humedad	30-60%
Ph	6.8-7.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-2.5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácidos fúlvicos	14-30%
Ácidos húmicos	2.8-5.8%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Relación C/N	10-11%

## Dosificación

Se recomienda aplicar una dosis en árboles de 2-3 kg de lombricomposta, mezclado con tierra, en rosales y leñosas de 500 g mezclados con tierra (Solano. 2000), mientras que Infoagro (2005), recomienda la aplicación del humus de lombriz con las dosis para frutales 2 Kg / árbol, y en rosales y leñosas de 0.5-1 Kg / m<sup>2</sup>.

## Algunas investigaciones con lombricomposta son las siguientes

Las lombrices de tierra representan un grupo muy importante de la macrofauna del suelo, ya que estos organismos descomponen e incorporan

al suelo residuos de las cosechas. Como resultado de la fertilización orgánica, se ha modificado de manera relevante las características físicas, químicas y biológicas de los suelos. En particular, se han incrementado los niveles de humedad, pH, materia orgánica, nitrógeno y fósforo con respecto a la sabana una no intervenida (Araujo y López, 1999).

Se realizó un estudio con el objeto de evaluar en vivero el efecto de la lombricomposta de café como un sustrato alternativo en el crecimiento inicial de *Pinus ayacahuite* Ehrenb, *Pinus oaxacana* Mirov, *Pinus rudis* Endl y *Pinus hartwegii* Lindl. procedentes de cuatro poblaciones del estado de Veracruz: Altapixquiac, Los Molinos, Las Vigas y Parque Nacional respectivamente, en el Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana. Se emplearon cinco tratamientos con diferente composición de arena de mina, suelo de bosque y lombricomposta: 1. (30% arena de mina + 50% suelo de bosque + 20% lombricomposta); 2. (30% arena de mina + 40% suelo de bosque + 30% lombricomposta); 3. (30% arena de mina + 30% suelo de bosque + 40% lombricomposta); 4. (30% arena de mina + 20% suelo de bosque + 50% lombricomposta) y 5. (100% suelo de bosque), para examinar las variables: altura de tallo y diámetro del tallo. Los resultados del análisis de varianza mostraron la existencia de diferentes estadísticas altamente significativas ante los tratamientos para las variables altura y diámetro del tallo de las plantas de *Pinus ayacahuite* y *Pinus oaxacana*, mientras que solo se obtuvieron diferencias igualmente significativas en la altura del tallo para *Pinus rudis* y *Pinus hartwegii*. Las pruebas de Tukey mostraron que se pueden emplear cualquiera de los sustratos que contengan lombricomposta para obtener resultados óptimos en la producción de *Pinus ayacahuite* y *Pinus oaxacana* y para *Pinus rudis* y *Pinus hartwegii* los siguientes sustratos: (30% arena de mina + 20% suelo de bosque + 50% lombricomposta) y 100% suelo de bosque (Altamirano, 2002)

## Paquete Bioagromex

Bioagromex (2004) menciona que es una empresa 100 % Mexicana, que radicada en la ciudad de Saltillo, Coahuila; cuya misión, desde su inicio en 1997, ha sido y sigue siendo la investigación, el desarrollo, elaboración y comercialización de productos orgánicos y órgano – minerales; además tiene una visión de las necesidades del agro mexicano, tales como el desarrollo sostenible de la agricultura en México, y sus comunidades, actuando como agentes de cambio, respetuosos de la naturaleza y nuestra biodiversidad. Además menciona que en la actualidad para que la agricultura sea rentable y obtener cosecha de una calidad óptima, debe estar basada y sustentada en un modelo que incluya una tecnología orgánica integral; y así obtener la cantidad y la calidad del producto final deseado; esto se puede obtener utilizando algunos de los productos orgánicos que actualmente se encuentran en el mercado, tal es el caso de:

**Proenzim® (Bioactivador enzimático orgánico y mejorador de rendimiento)**

### Composición

**Cuadro 2. Composición porcentual de Proenzim® (Bioagromex, 2004)**

<b>Composición</b>	<b>Peso (%)</b>
Extractos de algas marinas y plantas desérticas como fuente de fitohormonas naturales (Giberelinas, Citocininas y Auxinas).	69.65
Macronutrientes: N (14.5g), P (0.75g), K (14.8g), Mg (1.32g), Ca (0.63g).	3.200
Micronutrientes: Zn (0.50g), Fe (0.44g), Mn (0.072g).	0.100
Activadores metabólicos: Ácido Pantoténico (10g) Niacina (10g), Tiamina (10g), Ácido Fúlvico (20g), Ácido Glutámico (50g)	10.00



Conservadores y Emulsificantes Orgánicos	17.05
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

### **Principales funciones del Producto**

- a) Aumenta la masa radical, influyendo en un mayor crecimiento vegetativo.
- b) Promueve una mayor floración y amarre.
- c) Garantiza mayor calidad del fruto (peso, color, contenido de azúcar y/o proteína).
- d) Estimula una mayor resistencia a condiciones de estrés (sequía, cambio brusco de temperatura), a enfermedades y plagas.
- e) Modifica la estructura del suelo, permitiendo mayor aireación: regula el pH del suelo y promueve la desodificación del mismo.
- f) Fija en el suelo el nitrógeno atmosférico.

### **Recomendaciones sobre el producto**

- a) Semillas. Hacer una dilución en agua del 0.05% de Proenzim y sumergir las semillas por 10 minutos, sembrarlas húmedas. Incrementa y acelera la germinación.
- b) Almacigos o Invernaderos. Con una dilución al 0.05% de Proenzim en agua, mojar el sustrato antes de colocarlo en las charolas o mojar la cama de siembra.
- c) Plántulas. Con la misma dilución mojar las raíces de las plántulas inmediatamente antes del trasplante.

## **Biomix N® (Fertilizante liquido complejo – nitrógeno)**

### **Composición**

**Cuadro 3. Composición porcentual de Biomix N® (Bioagromex, 2004)**

<b>Composición</b>	<b>Peso (%)</b>
<b>Nitrógeno (N)</b>	30.00
Potencializadores Enzimáticos (Vitaminas, Ac. Pantoténico y Glutáminico)	3.10
Aminoácidos Libres	2.72
Ácidos Húmicos y Fúlvicos Naturales (no menos de)	8.70
Fitorreguladores de Crecimiento (Auxina, Giberelinas Citocininas)	ppm 110
Promotores Biológicos, Estabilizadores y Acondicionadores	55.37
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

### **Características**

Biomix N® es un fertilizante nitrogenado de naturaleza órgano-mineral en estado liquido de alta solubilidad al cual por medio de un proceso exclusivo le han sido incorporados activadores enzimáticos orgánicos (extractos de algas y plantas), ácidos húmicos y fúlvicos naturales y promotores biológicos; lo que nos proporciona un fertilizante, de rápida incorporación en la solución del suelo, ayudando de inmediato a la microflora a realizar la síntesis microbiana; por su forma nítrica y amoniacal queda disponible en forma inmediata para su absorción por el sistema radicular.

## Ventajas

- a) Influye mayormente en la formación de parte de las proteínas y de otros compuestos (clorofila, ácidos nucleicos, coenzimas, vitaminas).
- b) Desarrolla mayor sistema radicular, lo que permite una mayor absorción del macro y el micro nutrientes disponibles en el suelo.
- c) Elimina las pérdidas de Nitrógeno por lixiviación ó evaporación
- d) Desarrolla mayor área foliar, tallos y raíces vigorosas, con buena ramificación, color verde intenso del follaje.
- e) No presenta efectos salinizantes como los fertilizantes químicos.
- f) Mejorar la estructura y textura del suelo, ajusta el pH y moviliza los nutrimentos (iones) presentes en el suelo

## Recomendaciones

**cuadro 4. Recomendaciones para la aplicación de Biomix N® (Bioagromex, 2004)**

Cultivo	Aplicación Al Suelo	Dosis L/Ha.	Aplicación Foliar	Dosis L/Ha.
Hortalizas: Tomate, Chile, Pepino, Sandía, Melón, Cebolla,	Al transplante Cada 20 días.	10	Cada 25 días.	1-2
Fresa, Frambuesa.	Al transplante cada 15 días	8	Cada 8-10 días	2-3
Frutales: Aguacate, Mango, Cítricos, Vid, Manzana, Durazno, etc. Papa.	Durante el ciclo y cada 30 días. A la emergencia Cada 20 días	10 –15	Durante el ciclo 2 veces.	2.5 - 4
Plátano, Papaya:	Todo el año, cada 3-4 semanas.	5-6	Todo el año cada 3-4 semanas.	2 -3
Granos: Maíz, Sorgo, Fríjol,	A la emergencia		2 veces en el	

Arroz, Trigo, Cebada, etc.	Cada 20 días.	8–10	ciclo	1-2
----------------------------	---------------	------	-------	-----

## **Biomix P® (Fertilizante líquido complejo – fósforo)**

### **Composición**

**Cuadro 5. Composición porcentual de Biomix P® (Bioagromex, 2004)**

<b>Composición</b>	<b>Peso (%)</b>
<b>Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	25.00
<b>Nitrógeno (N)</b>	8.00
<b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	2.50
Potencializadores Enzimáticos (Vitaminas, Ac. Pantoténico y Glutámico)	3.10
Aminoácidos Libres	2.72
Ácidos Húmicos y Fúlvicos Naturales (no menos de)	8.70
Fitorreguladores de Crecimiento (Auxina, Giberelinas Citocininas)	ppm 110
Promotores Biológicos, Estabilizadores y Acondicionadores	49.87
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

### **Características**

Biomix P® es un fertilizante líquido fosfatado, de naturaleza órgano-mineral de alta solubilidad y de muy rápida respuesta en los cultivos, potencializa el fósforo y todos sus componentes, así como los micro elementos y elementos traza, que se encuentran en el suelo en forma natural ó que le hayan sido adicionados (Fertilizantes, herbicidas, entre otros).

## Ventajas

- a) Desempeña una función indispensable en el metabolismo energético; pues el fósforo es imprescindible para formar la molécula del ATP. El fósforo es importante como parte estructural de un gran número de compuestos, principalmente ácidos nucleicos y fosfolípidos.
- b) El fósforo es indispensable en los procesos de maduración de las semillas, así como en la floración, fructificación y amarre, proporcionando mayor peso y calidad a sus cosechas.
- c) Por su contenido de Enzimas orgánicas mejora la estructura y textura del suelo, proporcionando así mayor desarrollo radicular lo que da lugar a plantas más vigorosas, mas sanas.
- d) Moviliza los nutrientes (iones) del suelo y ajusta el pH.

## Recomendaciones

**Cuadro 6. Recomendaciones para la aplicación de Biomix P® (Bioagromex, 2004)**

Cultivo	Aplicación al suelo	L/Ha.	Aplicación Foliar	L/Ha.
<b>Hortalizas:</b> Tomate, Chile, Lechuga, Fresa, Cucurbitáceas, etc.	Al transplante cada 20 días	9-13	cada 10-15 días	1.5-3
<b>Frutales:</b> Aguacate, Mango, Cítricos, Manzana, Vid, Durazno.	Todo el año cada 30-40 días	12-15	Cada 30-40 días	3-4
Papa.	A la emergencia cada 20 días	10-15	Cada 10 días	2-3
Plátano, Papaya.	Todo el año, cada 20-25 días	5-7	Cada 20-25 días	1.5-3
Algodón.	Al primer riego de auxilio y cada 20 días	7-9	Cada 10-12 días	2-3
<b>Granos:</b> Maíz, Sorgo, Trigo, Frijol, Arroz.	Primer riego de auxilio y cada 20 días	10-13	2 veces en el ciclo	1.5-2.5

## **Establecimiento de plantaciones**

### **Preparación del terreno**

Para establecer la plantación de cedro, la preparación del terreno consistirá en eliminar la vegetación sin valor comercial y matorrales, de manera que queden los árboles de mayor valor y tamaño, los cuales protegerán del sol y del barrenador del cogollo (*Hypsipyla grandella*); mientras la especie alcanza los tres metros de altura (De Rodríguez, 2000). Sin embargo Hernández (2000) menciona que para una plantación con fines comerciales, deben elegirse los mejores terrenos (planos y fértiles) y pueden prepararse con maquinaria, que incluya un barbecho y rastreo cruzado, con el propósito de proporcionar una buena aireación y descompactación del suelo. Dicha actividad proporcionara una mejor infiltración del agua, eliminara competencia, buen desarrollo radicular y en consecuencia mayores crecimientos en altura y diámetro.

### **Trazo y apertura de cepas**

Esta actividad determina en el terreno el lugar donde colocará la planta, según el distanciamiento previamente establecido y definiendo una línea madre, a partir de la cual se inicia la marcación; esto puede hacerse colocando una estaca o solamente marcando con cal y ahoyando inmediatamente (De Rodríguez, 2000)

Después de la marcación se pasa a la apertura de hoyos; en general, hoyos de 30 x 30 x 30 cm son adecuados. En suelos muy compactos, hay que evitar hoyos superficiales y cónicos (Galloway, 2003).

## **Manejo y transporte de la planta**

Las operaciones de manejo de la planta en el vivero deben hacerse con mucho cuidado para evitar daños al tallo, a la raíz y al mismo envase. Para el transporte tendrá que elegirse una hora determinada y una velocidad adecuada para evitar la insolación y el fuerte viento. Si esto no es posible, se cubrirá la carga con la lona del vehículo; pero sin encimarla directamente sobre la planta (Mas, 2003)

### **Época de plantación**

Esta practica ser preferentemente una vez establecida la temporada de lluvias de la región en donde se lleva a cabo la plantación o en cualquier temporada si se tiene disponibilidad de riego (Hernández, 2000). Sin embargo Capó (2001) sugiere que la mejor época para la plantación es, entre la fecha del inicio de lluvias y cuando ya han caído dos tercios del promedio anual de precipitación del sitio; las horas del día que es mejor para plantar, es antes de las diez de la mañana o después de las cinco de la tarde. Si el día esta nublado y fresco, o llovió recientemente entonces puede plantarse aún a mediodía. En días con fuerte viento, no debe plantarse.

## **Manejo de plantaciones en la etapa inicial**

### **Control de malezas**

El cedro en su etapa inicial es muy sensible a la competencia de la maleza, por lo que esta debe eliminarse; siendo necesario hacerlo hasta que la plantación alcance el crecimiento suficiente y domine a la vegetación espontánea. Se recomienda que se realicen limpieas por lo menos durante los dos primeros años, después del segundo año es necesario dar una limpia anual hasta los cuatro años. El control de las malezas puede ser manual, mecánico, químico o mixto (INIFAP, 1997 citado por Landero, 2003)

## **Desahíjes y Podas**

La deshija es una práctica silvicultural que consiste en la eliminación de rebrotes no deseables en un árbol. Mientras que la poda consiste en cortar ramas con el propósito de producir madera limpia, es decir, libre de nudos y obtener un producto de buena calidad. Es necesario ejecutar la primera poda al final de la época seca (Galloway, 2003)

## **Control de plagas y enfermedades**

Este programa de combate de plagas y enfermedades deberá realizarse previamente y evitar problemas mayores por ataques severos a nuestra plantación comercial. Para el caso de plantaciones de caoba y cedro rojo se recomienda hacer aplicaciones de Decís cada 15 o 20 días, desde el mes de abril hasta diciembre para el control del barrenador del cedro (De Rodríguez, 2000)

## **Aclareos**

Son útiles para controlar la densidad de población en la plantación y favorecen un mejor desarrollo en altura y diámetro de los árboles. Se sugieren aclareos iniciales a los cinco años de la plantación, en los que se extraigan los menos vigorosos y suprimidos, defectuosos o excesivamente ramificados por causas de ataque del barrenador. Posteriormente, es posible realizar otros dos aclareos a los 10 y 15 años de edad, extrayendo uno de cada dos árboles, considerando los de menor desarrollo y vigor; de esta forma de una densidad inicial de 1100 árboles por hectárea esperamos cosechar de 250 a 300 en 20 años (Hernández, 2000)



### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

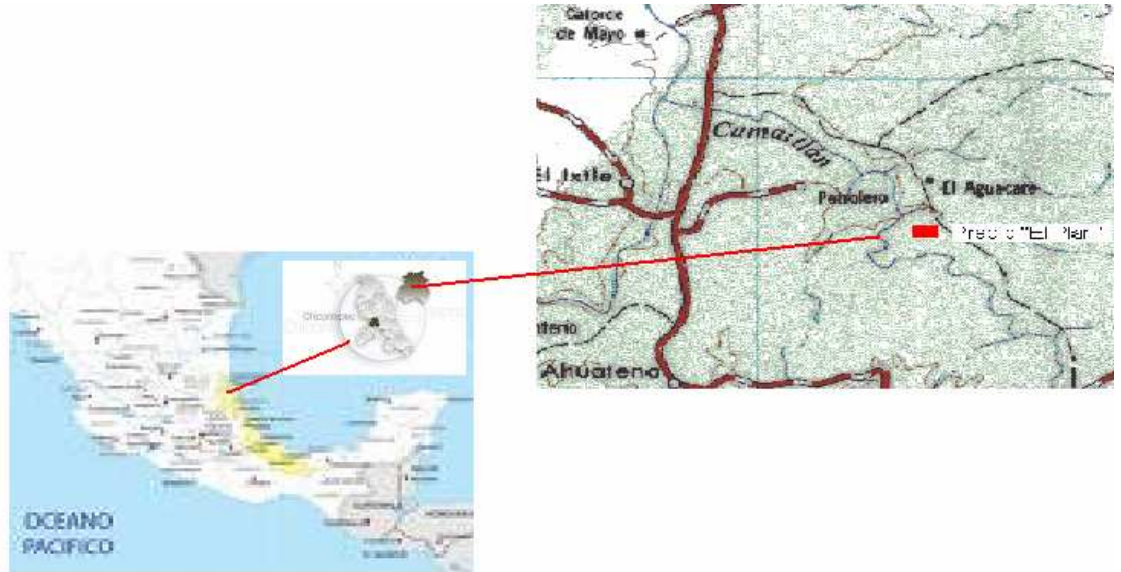
#### **Descripción del área de estudio**

El área experimental se localiza en el predio “El Plan” correspondiendo al Ejido Ahuateno en el Anexo el Aguacate, se localiza a aproximadamente 600 m de la comunidad El Aguacate y 4.5 km de la carretera federal Chicontepec-San Sebastián-Tantoyuca. La ubicación exacta del área es en las coordenadas; 21° 02´ 44.4” latitud N y 98° 06´ 54.9” longitud W, con una altitud de 100 msnm (INEGI, 2000) (Figura 9).

De acuerdo a García (1973) y la SARH (1976) el clima que presenta esta región es (A) C (fm) a (e), que corresponde a cálido extremoso subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual 22.5 °C; con abundantes lluvias en el periodo de junio a septiembre y de febrero a mayo sequías prolongadas. Su precipitación media anual es de 1611.7 mm.

De acuerdo al INEGI (2003) esta área pertenece a la era terciaria, presentando rocas sedimentarias y con un suelo del tipo vertisol pélico fino.

La vegetación es de tipo bosque mediano perennifolio y secundario. Además existe una gran variedad de animales silvestres, entre los cuales se encuentra el conejo, ardilla, armadillo, tlacuache, venado, entre otros. (Sria. de Gobernación, 1988).



**Figura 9.** Predio “El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepec, Ver.”

### **Establecimiento del experimento**

#### **Diseño experimental y modelo estadístico**

El diseño experimental utilizado en la plantación fue el bloques al azar, con seis tratamientos y cinco repeticiones; cada parcela cuenta con cinco unidades muéstrales, por consiguiente se tendrían 30 parcelas, con un total de 150 árboles.

El modelo estadístico utilizado es  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

donde:

$Y_{ij}$  = efecto del  $i$  ésimo tratamiento en la  $j$  ésima repetición.

$\mu$  = efecto de la media general.

$\tau_i$  = efecto del  $i$  ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto de la  $j$  ésima repetición.

$\epsilon_{ij}$  = efecto del error experimental

donde:

$i = 1, 2, \dots, 6$

$j = 1, 2, \dots, 6$ .

### Tratamientos y distribución

Los tratamientos a utilizados son los que a continuación se hacen mención, así como de la distribución que tuvieron en campo (cuadro 7).

**T1:** Testigo (tierra del sitio).

**T2:** 50% de lombricomposta + 50% de tierra del sitio (2:2 paladas).

**T3:** 75% lombricomposta + 25% de tierra del sitio (3:1 paladas).

**T4:** Pro Enzim ®, (25ml/árbol).

**T5:** Bio Mix N®, (25ml/árbol).

**T6:** Bio Mix P®, (25ml/árbol).

Cuadro 7. Distribución de tratamientos en campo.

<b>T2R5</b>	<b>T5R4</b>	<b>T1R3</b>	<b>T6R2</b>	<b>T3R1</b>
<b>T6R5</b>	<b>T3R4</b>	<b>T5R3</b>	<b>T4R2</b>	<b>T1R1</b>
<b>T3R5</b>	<b>T4R4</b>	<b>T2R3</b>	<b>T3R2</b>	<b>T4R1</b>
<b>T5R5</b>	<b>T2R4</b>	<b>T6R3</b>	<b>T1R2</b>	<b>T3R3</b>
<b>T2R1</b>	<b>T6R4</b>	<b>T2R2</b>	<b>T4R5</b>	<b>T1R4</b>
<b>T1R5</b>	<b>T4R3</b>	<b>T5R2</b>	<b>T6R1</b>	<b>T5R1</b>

**Preparación del terreno:** El lugar donde se estableció la plantación, es un huerto de cítricos (naranja valencia), el día 30 de julio de 2005 se decidió derribar algunos árboles en etapa senil o improductivos, derribando una superficie de 2000 m<sup>2</sup> para establecer el experimento. Una vez realizada esta operación, y con ayuda de un tractor agrícola el día 2 de agosto se realizó un rastreo cruzado, con el fin de eliminar toda maleza existente en esa área; además para facilitar las maniobras de poceo figuras N.10 y N.11.



Figura N. 10 y11 terreno antes del establecimiento de la plantación y árboles de naranja en etapa senil que fueron derribados

**Trazo y Apertura de cepas:** El día 3 de agosto se procedió al trazo del terreno, empleando el método de marco real, con una equidistancia de 3m x 3m; en una superficie de 1500 m<sup>2</sup> (figura N.12), ya que la densidad a plantar fué de 150 árboles en esa superficie; el día 4 de agosto se realizó el poceo para la plantación con las siguientes medidas 30 cm x 30cm x 30cm (largo, ancho, profundo; figura 13), ya que el terreno no presentaba pedregosidad, así como la presencia de malezas.



Figura N.12 trazo del terreno a una equidistancia de 3 x 3 m marco real.



Figura N.13 apertura de cepas de 30 x 30 x 30.

**Manejo y transporte de la planta.** La planta con la que se trabajó, fue sacada de un vivero rustico establecido para este propósito por nosotros mismos, el 1 de mayo del 2005 en Ahuateno, Chicontepec, Ver., figura N.14. El germoplasma que se utilizó para realizar este vivero provino de árboles debidamente seleccionados y colectados en la primera semana de abril en el ejido Ahuateno, figura 15. Las plantas en esta etapa no tuvieron ningún tratamiento previo con el fin de no influir en el establecimiento de plantación, solo se les aplicó insecticida Foley con el fin de combatir el pulgón saltador que se presento en la etapa de vivero.



Figura N.14 Vivero rustico, con procedencia de germoplasma seleccionada.



Figura N.15 árbol con características ideales para la colecta de germoplasma

Para el mes de agosto las plantas en el vivero ya tenían las características de vigor deseables para su trasplante en campo, por lo que el día 5 de agosto 2005 por la mañana, se decidió trasladar la planta al lugar de establecimiento del experimento sin embargo, antes de realizar esta



operación, la planta fue debidamente estresada por una semana, quitándole el riego que tenía y la media sombra figura N.16 y 17.



Figura N.16. Plantas con características ideales para la plantación



Figura N.17 transporte de planta al sitio de plantación

**Época de plantación:** El establecimiento de la plantación se realizó el día 6 de agosto 2005 en las primeras horas de la mañana (7:00 am a 11:00 am), cuando se procedió a plantar los tratamientos **T2** y **T3** de la lombricomposta rellenando el pozo con este abono orgánico en proporciones del 50% (3 Kg) o del 75% (4.5 Kg), mezclados con sus respectivas proporciones de tierra de sitio (que es la misma que se extrajo cuando se abrieron las cepas) Figura N.18.

Para los tratamientos de T4 (Pro Enzim ®,) se realizó la aplicación de 25ml del producto por árbol. Para los tratamientos T5 (Biomix N) y T6 (Biomix P) se realizaron aplicaciones de 25ml por árbol después de rellenar el pozo con la misma tierra del sitio. Esta fertilización se realizó dos veces por mes y se repitió hasta el mes de marzo, ya que a partir de este mes y hasta el mes de agosto las aplicaciones se realizaron una vez al mes figura 19.



Figura N. 18 establecimiento de la plantación, seis de agosto de 2005.



Figura N.19 aplicación de tratamientos línea Bioagromex

La lombricomposta fue proporcionada por parte de la sección de Agrotecnia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a diferencia del ProEnzim ®, BioMix N® y BioMix P® los cuales fueron proporcionados por parte de la empresa BioAgroMex S.A de C.V.

### Manejo del experimento en la etapa inicial

**Control de malezas:** El control de malezas fue muy necesario (Figura N.20) ya que se presentó de manera constante, por lo que cada mes se realizaba esta actividad de forma manual, empleando machetes o azadones. Además se le hizo el cajete a cada árbol figura 21.

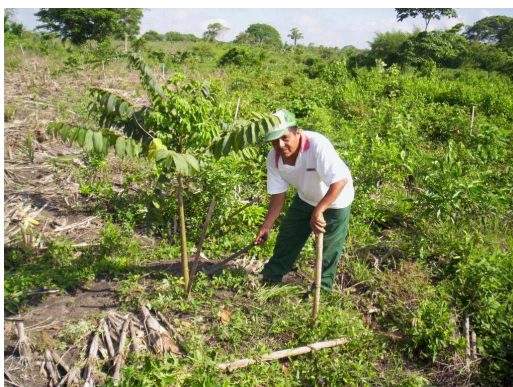


Figura N.20 eliminación de la competencia en nuestras plantaciones.



Figura N.21 realización del cajeteo para mayor captura de agua.

**Desahíjes y Podas:** Los desahíjes que se realizaron en la plantación fueron a partir del mes de diciembre y se extendieron hasta el mes de agosto, con el fin de dejar un solo tallo. En el mes de mayo se prestó mayor atención al desahíje, debido a que se presentó la plaga del barrenador del cedro (*Hypsiphyla grandella*) en algunos árboles y como consecuencia, los árboles atacados empezaron a presentar un mayor número de rebrotes. Debido a este problema, se decidió dejar el brote más vigoroso y recto, eliminando el resto figura N.22.

Por otra parte el día 5 de agosto de 2006, se practicó la primera poda de copa, la que consistió en eliminar hojas y ramas en el tercio inferior de la planta figura N.23.



Figura N.22 eliminación de brotes secundarios causados por el barrenador de las meliáceas.



Figura N.23 primera poda de copa realizada el 5 de agosto de 2006

**Control de plagas y enfermedades:** Para el caso de nuestro experimento se realizaron aplicaciones por separado de Foley y Decís al 2.5 cada 15 o 20 días (figura 24 y 25), a partir de abril hasta agosto del 2006, para el control del barrenador del cedro, debido a que en este período la plaga se presentó con mayor frecuencia. (Este control continuará por el resto del año).





Figura N. 24 y 25 aplicación de Decis®, cada 15 días, a partir del mes de abril

**Aclareos:** Esta actividad quedó pendiente para esta investigación, sin embargo y debido a que el crecimiento y desarrollo de los árboles hasta el momento es muy superior a la de otras plantaciones conocidas, es posible que se realice a los tres años de edad.

### **Variables Evaluadas**

**Altura de la planta:** La medición de la altura se realizó utilizando una regla de madera al principio y posteriormente cintas métricas con aproximación al milímetro. Esta medición se realizó desde la base de la planta hasta la yema apical de la misma, figura N.26.

**Diámetro a la base:** La medición del diámetro a la base se realizó utilizando un vernier o pie de rey con aproximación a una décima de milímetro. La medición se realizó a un centímetro de la base del tallo de la planta, figura N.27.



Figura N.26 medición de la altura de los árboles.



Figura N.27 medición del diámetro basal.

**Diámetro de copa:** Para esta medida se utilizó una regla de madera graduada al principio y posteriormente una cinta métrica con aproximación al milímetro, esta medición se realizó tomando la parte de copa más alargada y la más corta. Una vez obtenidas estas medidas se procedió a sumarlas y obtener el promedio, figura N.28

**Altura de fuste limpio:** Esta medida se efectuó utilizando en un principio una regla de madera y posteriormente una cinta métrica con aproximación al milímetro, y la medición se realizó desde la base de la planta hasta donde se encontrara las primeras hojas, a lo que comúnmente se le llama fuste limpio, Figura N.29.



Figura N.28 diámetro medio de copa



Figura N.29 altura de fuste limpio

**Sobrevivencia:** Esta medición se efectuó mediante un conteo de las plantas vivas respecto a las muertas, ya que es una superficie pequeña. El resultado se especificará en por ciento empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de sobrevivencia} = \frac{N \circ . \text{ de plantas vivas}}{N \circ . \text{ de plantas establecidas}} * 100$$

**Resistencia a plagas y enfermedades:** Se realizaron valoraciones visuales de plagas y enfermedades y una identificación de estas por medio de manuales entomológicos de plagas tropicales, sin tomar en cuenta la severidad de daño causado por estas sobre los tratamientos.

### **Evaluaciones**

Las evaluaciones para este experimento se realizaron cada dos meses, a partir de la fecha de plantación: 6 agosto 2005, 12 de octubre, 6 de diciembre de 2005; 6 febrero de 2006, 6 de abril, 5 de junio y 5 de agosto de 2006.

### **MATERIALES UTILIZADOS**

La Descripción de los productos comerciales utilizados, como estimulantes en la plantación de *cedrela odorata*, se presenta a continuación:

## ProEnzim®

Cuadro 8. **ProEnzim®**: es un bioactivador enzimático orgánico y mejorador de rendimiento con la siguiente formulación.

Composición	Peso (%)
Extractos de algas marinas y plantas desérticas como fuente de fitohormonas naturales (Giberelinas, Citocininas y Auxinas).	69.65
Macronutrientes: N (14.5g), P (0.75g), K (14.8g), Mg (1.32g), Ca (0.63g).	3.200
Micronutrientes: Zn (0.50g), Fe (0.44g), Mn (0.072g).	0.100
Activadores metabólicos: Ácido Pantoténico (10g) Niacina (10g), Tiamina (10g), ácido Fúlvico (20g), Ácido Glutámico (50g)	10.00
Conservadores y Emulsificantes Orgánicos	17.05
Total	100.00

## BioMix N ®:

Cuadro 9. **BioMix N ®**: Se considera como un fertilizante liquido complejo adicionado con nitrógeno, con la siguiente formulación.

Composición	Peso (%)
Nitrógeno (N)	30.00
Potencializadores Enzimáticos (Vitaminas, Ac. Pantoténico y Glutáminico)	3.10
Aminoácidos Libres	2.72
Ácidos Húmicos y Fúlvicos Naturales (no menos de)	8.70
Fitorreguladores de Crecimiento (Auxina, Giberelinas Citocininas)	ppm 110
Promotores Biológicos, Estabilizadores y Acondicionadores	55.37
Total	100.00

## BioMix P ®

Cuadro 10. **BioMix P ®** es un Fertilizante líquido complejo enriquecido con Fósforo, el cual contiene la siguiente formulación.

Composición	Peso (%)
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	25.00
Nitrógeno (N)	8.00
Potasio (K <sub>2</sub> O)	2.50
Potencializadores Enzimáticos (Vitaminas, Ac. Pantoténico y Glutáminico)	3.10
Aminoácidos Libres	2.72
Ácidos Húmicos y Fúlvicos Naturales (no menos de)	8.70
Fitorreguladores de Crecimiento (Auxina, Giberelinas Citocininas)	ppm 110
Promotores Biológicos, Estabilizadores y Acondicionadores	49.87
Total	100.00

## Lombricomposta

En el caso de la lombricomposta, se aplicó a los tratamientos 2 y 3, en una dosificación de 3 kg/Árbol y 4.5 kg/Árbol respectivamente.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se indicó, esta investigación se estableció bajo un diseño estadístico de bloques al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones. Los resultados del ANVA se concentran en el cuadro 11 en el que se presentan los valores de los cuadrados medios y significancia estadística para las variables evaluadas en la plantación inicial de cedro rojo.

Cuadro 11. Valores de Cuadrados Medios de las variables en estudio de los árboles de cedro rojo en el predio "El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. de Chicontepec, Ver." 2005-2006.

Fuentes de Variación	Altura de planta	Diámetro basal	Diámetro de copa	Altura de fuste limpio
Tratamiento	8531.700195 **	4.814771**	2382.106201**	894.146851*
Bloque	2763.875000	1.185822	486.492188	915.832031
Error	1376.849976	0.598657	227.746872	307.464050
C.V	11.94%	10.37%	11.56%	24.35%

\* Significancia estadística al 0.05 de probabilidad.

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

El análisis de varianza, muestra diferencia altamente significativa para las variables en estudio excepto altura de fuste, donde la diferencia estadística fue significativa. Lo anterior indica que las diferencias entre las variables se debieron al efecto de los tratamientos y no al medio ambiente. Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa que dice que: al menos uno de los tratamientos tienen una respuesta diferente en crecimiento y desarrollo inicial en la plantación comercial de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.). Los

coeficientes de variación para las variables en estudio oscilaron entre un 10.37%, como el nivel más bajo para diámetro basal, hasta un 24.35 % para la altura de fuste.

Cuadro 12. Prueba de Medias de las variables evaluadas en una plantación de cedro rojo el predio el plan, Ejido Ahuateno, Mpio. de Chicontepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006.

Tratamientos	+Altura de planta (cm)	+Diámetro basal (cm)	++Diámetro de copa (cm)	++Altura de fuste limpio (cm)
T1. Testigo	305.44 ab	7.31 ab	124.44 ab	79.78 ab
T2: 50% de lombricomposta	336.08 a	7.99 a	142.92 a	77.32 ab
T3: 75% de lombricomposta	350.39 a	8.304 a	151.45 a	86.90 a
T4: ProEnzim®	328.75 a	7.96 a	140.40 a	70.14 ab
T5: BioMix N®	233.51 b	5.58 b	90.00 b	48.01 b
T6: BioMix P®	310.96 ab	7.63 a	134.26 a	69.92 ab
Significancia	**	**	**	*

Valores con letras iguales en la misma columna estadísticamente son iguales (Tukey  $P \leq 0.01$ ).

+ Variables que tuvieron siete evaluaciones de agosto 2005 a agosto 2006.

++ Variables que solo tuvieron cinco evaluaciones de octubre 2005 a junio 2006.

\* Significancia estadística al 0.05 de probabilidad.

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad.

### Altura de planta

Al realizar la prueba de Tukey (0.01%) para los promedios de esta variable, se encontró que la altura de planta registrada en los tratamientos T3, T2 y T4 fueron estadísticamente los mas sobresalientes con 350.39, 336.08, y 328.75 cm, respectivamente; seguidos por los tratamientos T6 y T1 con una altura de 310.96 y 305.44 cm. Por el contrario, el tratamiento T5 tuvo un crecimiento bajo de 233.51 cm (Gráfico 1). Este último tomando en cuenta, que es un fertilizante nitrogenado debería tener una mayor respuesta, sin embargo, no fue así, debido a que posiblemente existe un daño radicular, por efecto de la poca o demasiada concentración de solutos en el fertilizante BioMix N, lo impide tener un buen desarrollo y crecimiento de los árboles.

Actualmente en el estado de Veracruz se tienen registros de que las plantaciones forestales comerciales de cedro rojo crecen en promedio entre 2.5 a 3 metros de altura (CONAFOR Gerencia X Golfo-Centro, 2007). Y en lo referente a la zona norte Veracruz, en el predio la bruja y el cedrito la altura de planta oscilan entre 1.5 y 2.5 metros a los 2 años (Oviedo, 2006). En el rancho 201 del Mpio. De Chicontepec, del Sr. Erasmo Meza los crecimientos de cedro rojo a un año oscilan entre 1.7 a 2 metros.

Por otra parte en América Latina existen crecimientos de dos metros en el primer año de establecidas las plantaciones de *Cedrela odorata* L. (Cintrón, 1990).

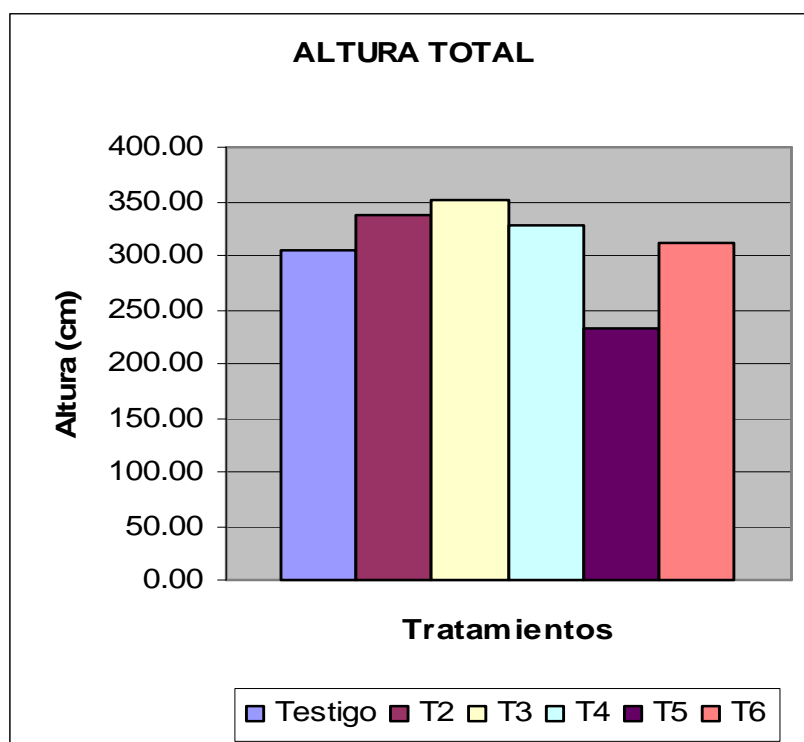
Estos resultados confirman el efecto favorable de la lombricomposta en el crecimiento y desarrollo de las plantas forestales, debido a que es un fertilizante que contiene una alta cantidad de macro y micro nutrientes, además de ácidos húmicos y fúlvicos que se liberan gradualmente y que mejoran estructuralmente los suelos, incrementan los niveles metabólicos de las producciones agrícolas y agroforestales, permitiendo simultáneamente, incrementar los niveles productivos para el beneficio económico de los productores del campo mexicano. Además de ser un fertilizante orgánico da mayor sustentabilidad a los cultivos hortícolas y forestales al no contaminar el ambiente, disminuyendo esta contaminación mediante el empleo del reciclaje de estiércoles y basura orgánica. Como se aprecia en la tabla 12, las lombricompostas obtuvieron un crecimiento muy notable con respecto al BioMix N obteniendo una diferencia de 116.88 y 102.57cm lo que representa un 41.21 y 36.16% para T3 y T2 respectivamente. Además también hay una diferencia considerable para el ProEnzim que es de 95.24 lo que representa un 33.58%, tomando como base al testigo que sería el 100%.

Por otra parte, hay que destacar que en el experimento existen árboles que se dispararon entre 5.5 y seis metros de longitud, estos crecimientos exagerados se le pueden atribuir a la procedencia del germoplasma ya que cuando se realizaron las colectas de semilla, no se



tomaron en cuenta algunas características de sitio, sino simplemente las características del árbol.

**Gráfico N. 1** Altura de planta de cedro rojo a 12 meses de haberse establecido la plantación. En el Predio el plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006.



### **Diámetro basal.**

De las mediciones de diámetro basal, el ANVA (Apéndice 2), muestra una diferencia altamente significativa para los tratamientos y la prueba de Tukey al 0.01% los organiza estadísticamente en tres grupos donde los tratamientos T2, T3, T4, y T6 tienen el mayor diámetro con 7.99, 8.304, 7.96 y 7.63cm respectivamente (cuadro 12 y grafica 2). En el mismo cuadro y

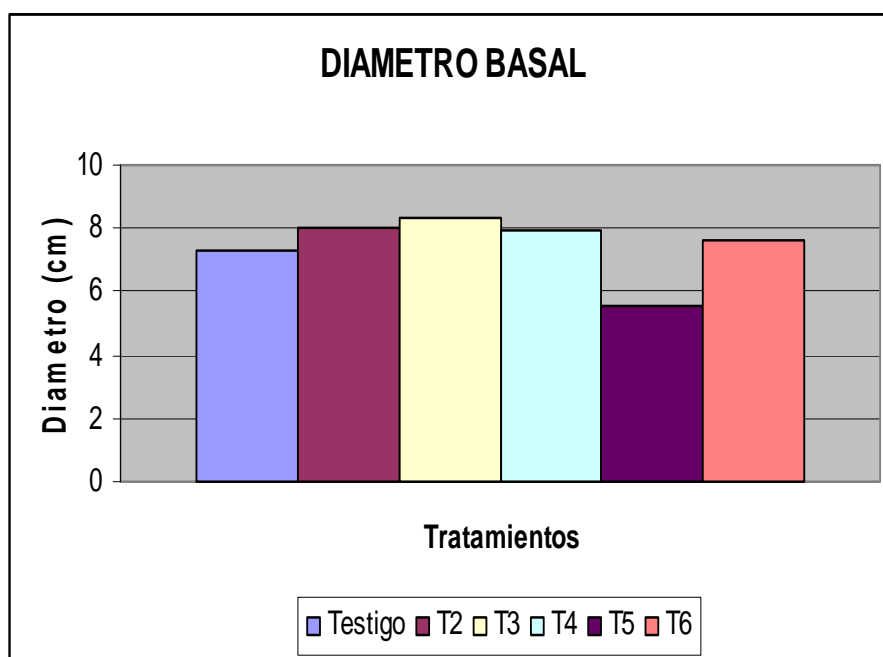
columna, se observa que el tratamiento T1 se encuentra en el grupo dos (a, b) y el tratamiento T5 en el grupo tres (b) con tan solo 5.58 cm.

En altura de planta los tratamientos T2, T3 y T4 fueron los mejores, resaltando las lombricompostas, favoreciendo al T3 en comparación con el T5 existe una diferencia de 2.724 cm lo que representa un 37.13% mas de crecimiento, mientras que para T2 representa un 36.16% de diferencia, tomando como el 100% al testigo lo que nos confirma el efecto directo de lombricomposta sobre las plantas establecidas.

Además las diferencia del Proenzim® y Biomix P® al peor tratamiento que es T5 son de 33.58 y 27.33% respectivamente.

Cintron (1990) menciona que en América Latina los crecimientos para diámetro a la base son de 2.5 cm con alturas de 2.5m al año

**Gráfico N. 2** Diámetro basal de cedro rojo a 12 meses de haberse establecido la plantación. En el predio el plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006.



## **Diámetro de copa**

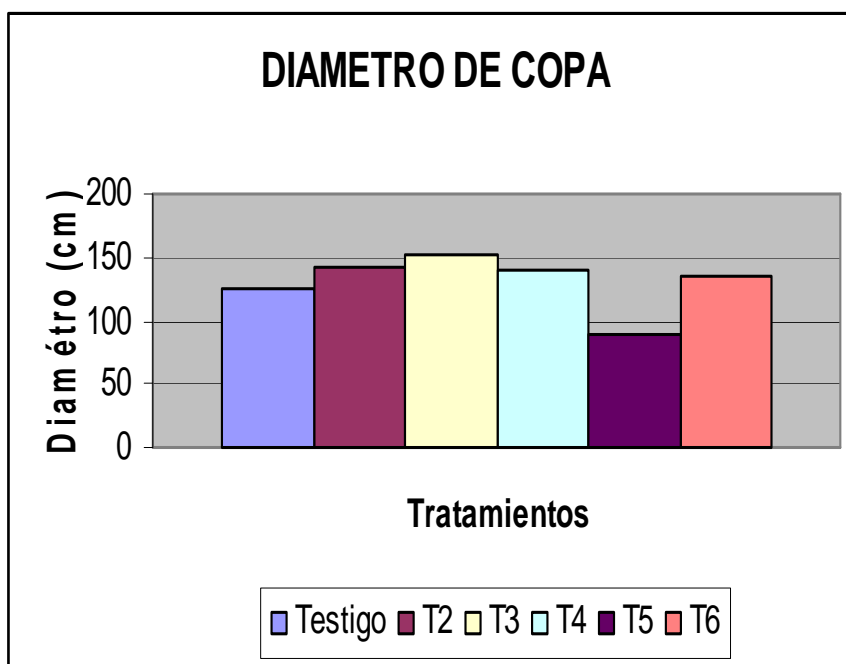
El ANVA para diámetro de copa presento diferencias altamente significativas (Cuadro 11, Apéndice 3). La prueba de Tukey al 0.01% forma tres grupos diferentes donde los mejores tratamientos T2, T3, T4 y T6 con 142.92, 151.45, 140.4 y 134.26 cm respectivamente., y siguiendo el orden del grupo estadístico (a, b) el tratamiento T1 con 124.44 cm y el tratamiento que tiene menor diámetro de copa es el T5 con 90 cm.

El diámetro de copa para el tratamiento T2, T3, T4 y T6 nos hace hincapié de que existe una relación entre las variables altura de planta, diámetro basal con respecto a diámetro de copa, cuadro 12. Ya que al haber mayor biomasa foliar en la planta permite una mayor formación de energía fotosintética que aprovechara la planta, lo que se reflejara en un mayor desarrollo en altura y diámetro.

En consecuencia al haber poco follaje como lo que paso con el tratamiento T5 que solo tuvo un diámetro de 90.0 cm los crecimientos tanto en altura y diámetro basal fueron muy bajos, esto es atribuido a la aplicación del mismo tratamiento (BioMix N), ya que algunos árboles presentaban hojas cloróticas, poco follaje lo que trajo como consecuencia un debilitamiento en la estructura del árbol.

En un estudio similar realizado Fernández *et al* (s/f), comenta que el exceso de nitrógeno en *Pinus patula*, no favoreció en el crecimiento en altura ni en diámetro basal, ya que esta fertilización hace que las hojas no crezcan lo que conlleva a una disminución en la cobertura foliar, debido a ello este pino no se desarrollo favorablemente, bajo este tratamiento.

**Gráfico N. 3** Diámetro de copa de cedro rojo, correspondiente al periodo octubre 2005 a junio 2006. En el Predio El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006.



### Altura de fuste limpio

El análisis de varianza para esta variable (Cuadro 11; Apéndice 4) detectó diferencias significativas entre tratamientos. Además la comparación de medias con la prueba de Tukey al 0.05% los divide en tres grupos, siendo el mejor T3 con 86.90 cm, en el segundo grupo (a, b) se encuentran los tratamientos T1, T2, T4 y T6 con 79.78, 77.32, 70.14 y 69.92cm respectivamente y en el grupo tres encontramos al T5 con 48.01 cm.

En las variables anteriores y para esta también, el tratamiento T3 sigue siendo el mejor, pues logró una altura de fuste limpio de 86.9 cm. El crecimiento del fuste limpio en los árboles es muy importante ya que de ello depende la cantidad de madera a extraer; entre más alta sea la altura de fuste limpio, mayor será la cantidad de madera que se obtendrá del árbol.

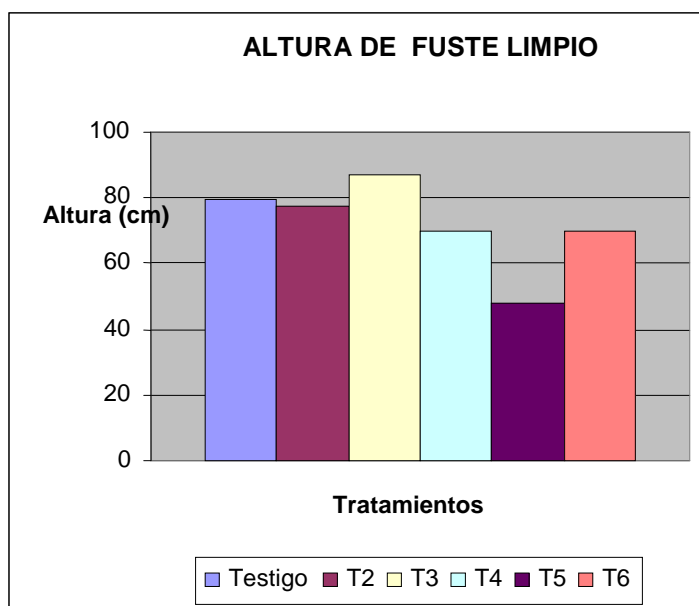
Por otra parte otra que el crecimiento del fuste sea limpio es necesario realizar los desahíjes y las podas de copa con el fin de eliminar ramillas, ramas que impidan tener una buena longitud de fuste, libre de nudos, ya que estos dan una mala calidad a la madera. Debido a ello para este experimento solo se realizo la medición hasta el mes de junio de 2006, ya que en el mes de agosto de 2006 se realizo la primera poda de copa para todos los tratamientos.

El resultado obtenido para este parámetro se considera se debió a que la lombricomposta proporciona un balance nutricional que propicia un buen desarrollo del árbol, debido a que este abono orgánico contiene ácidos macro y micro elementos además de ácidos húmicos y fúlvicos, que en conjunto crean un ambiente favorable en el suelo para el desarrollo del vegetal.

Caso contrario se obtuvo en el tratamiento T5 para este mismo parámetro, pues la altura de fuste limpio solo alcanzó 48.01 cm, valor muy inferior al registrado por el testigo (79.78 cm), lo que representa una diferencia de 31.77 cm. Estos datos muestran que el tratamiento 5 (BioMix N), causó un efecto desfavorable en el árbol, que se considera relacionado con un bajo nivel nutricional para aquel, así como un medio ambiente desfavorable en el suelo para el crecimiento de raíces o bien, un efecto desfavorable en la retención de humedad. Se recomienda que en futuros estudios se considere la evaluación del desarrollo radicular así como la realización de estudios de retención de agua por parte del substrato aplicado al suelo.

Lo que nos muestra que la lombricomposta es un fertilizante excelente, tanto para cultivos hortícolas así como para plantaciones de árboles forestales.

**Gráfico N. 4** altura de fuste limpio de cedro rojo, correspondiente al periodo octubre 2005 a junio 2006. En el Predio El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. De Chicontepec, Veracruz, México. Agosto 2005 – Agosto 2006.



De esta manera, es preciso manifestar que la mayoría de los tratamientos aplicados tiene una influencia directa sobre los árboles establecidos. Sin embargo, el tratamiento que fue diferente y que tuvo muy baja respuesta con respecto al testigo principalmente fue el tratamiento **T5** (BioMix N®), la cual se debió a las siguientes características:

- Cuando se realizó la plantación no se uniformizó la planta y para este tratamiento se incluyó planta con una altura y un diámetro basal muy bajo con respecto al testigo.
- Al transcurrir el tiempo, no hubo crecimientos significativos, por lo que se le atribuye que también hubo un efecto negativo del tratamiento, debido a que posiblemente al aplicar el producto BioMix N, existió daño en el sistema radicular como se mencionó anteriormente y las características observables en su momento era una defoliación ligera, algunos árboles presentaban hojas cloróticas principalmente, poco follaje como consecuencia de plantas débiles.

## Plagas y enfermedades

En este apartado solo se realizaron visualizaciones, sin tomar en cuenta el grado de severidad hacia los árboles establecidos, debido a ello solo se mostraran el número de daños causados por tratamiento en la plantación.

El ataque de plagas en la plantación, se debió principalmente al pulgón saltador del cedro y al barrenador de las meliáceas. El ataque del pulgón saltador del cedro que se presento en el mes de abril y el barrenador de la meliáceas (*Hypsiphyla grandela*) en el mes de junio. Algunos árboles que tuvieron presencia de pulgón fueron defoliados parcialmente. El ataque del barrenador de las meliáceas tuvo una incidencia notable principalmente en los tratamiento **T2**, **T3** y **T4**, Cabe hacer mención que el umbral para esta plaga es de una larva por árbol, Cuadro 13 y 14.

Cuadro 13. Incidencia del pulgón saltador del cedro en el mes de abril.

	Repeticiones					Sumatoria
	I	II	III	IV	V	
T1. testigo	2	0	1	0	2	5
T2: 50% de lombricomposta	3	0	2	1	3	9
T3: 75% de lombricomposta	0	0	0	0	1	1
T4: ProEnzim	0	0	1	1	0	2
T5: BioMix N	0	0	0	0	0	0
T6: BioMix P	0	1	0	0	2	3

Cuadro 14. Incidencia de *Hypsiphyla grandela* en el mes de junio

	Repeticiones					Sumatoria
	I	II	III	IV	V	
T1. testigo	0	3	0	2	2	7
T2: 50% de lombricomposta	5	2	1	3	1	12
T3: 75% de lombricomposta	2	3	1	2	5	13
T4: ProEnzim	3	4	2	2	2	13
T5: BioMix N	2	0	1	0	0	3
T6: BioMix P	3	1	5	1	1	11

Como se puede observar en Cuadro 13 y el Cuadro 14, la afectación de plagas para el tratamiento **T5** no fue notable, por lo que no se le atribuye el efecto del barrenador y del pulgón sobre el desarrollo de los árboles.

Para el tratamiento **T2** el daño por el pulgón y por el barrenador es muy notable y pudieron haber influido en el desarrollo de los árboles. Estadísticamente, este tratamiento fue el segundo mejor.

### **Sobrevivencia**

La tasa de sobrevivencia para este experimento, es muy buena, se habla de un 95.33%, debido a que de los 150 árboles establecidos en el campo experimental solo 7 árboles fueron perdidos. El periodo donde hubo mayores pérdidas es de agosto a octubre de 2005, debido a que en los primeros meses del establecimiento de cualquier plantación es la más crítica para las plantas, ver cuadro 12.



Cuadro 15. Árboles muertos por tratamiento

Árboles muertos a 12 meses								
	inicial	Oct.	Dic.	Feb.	abril	jun	Ag	total
Testigo				1				1
T2								0
T3		2						2
T4		1						1
T5		1				1	1	3
T6								0
								7

$$\% \text{ de sobrevivencia} = \frac{N \circ . \text{ de plantas vivas}}{N \circ . \text{ de plantas establecidas}} * 100$$

$$\% \text{ de sobrevivencia} = \frac{143}{150} * 100$$

$$\% \text{ de sobrevivencia} = 95.33 \%$$

### **Coefficiente de correlación de las variables medidas**

El coeficiente de correlación para altura de planta y diámetro basal es altamente significativo. Estas variables van de la mano ya que a mayor tamaño de la planta mayor será el diámetro que tendrán y como resultado se tendrá un mayor volumen del árbol. Esta relación para un silvicultor es muy importante, ya que a mayor volumen de sus árboles, mayores serán sus ganancias económicas cuadro 16.

La correlación que existe entre altura de planta, altura de copa y diámetro de copa es altamente significativa. Esta asociación es muy importante, ya que el árbol para poder crecer necesita de una copa frondosa para poder realizar sus procesos fotosintéticos con mayor facilidad.

La asociación entre diámetro basal - altura de copa y diámetro de copa – altura de copa es significativa.

Cuadro 16 coeficientes de correlación de las variables en estudio

	Altura de fuste limpio	Diámetro Copa	Diámetro Basal	Altura Planta
Altura Planta	0.9063**	0.9947**	0.9948**	
Diámetro Basal	0.8834*	0.9967**		
Diámetro Copa	0.8746*			
Altura de fuste limpio				

\* Significancia estadística al 0.05 de probabilidad.

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

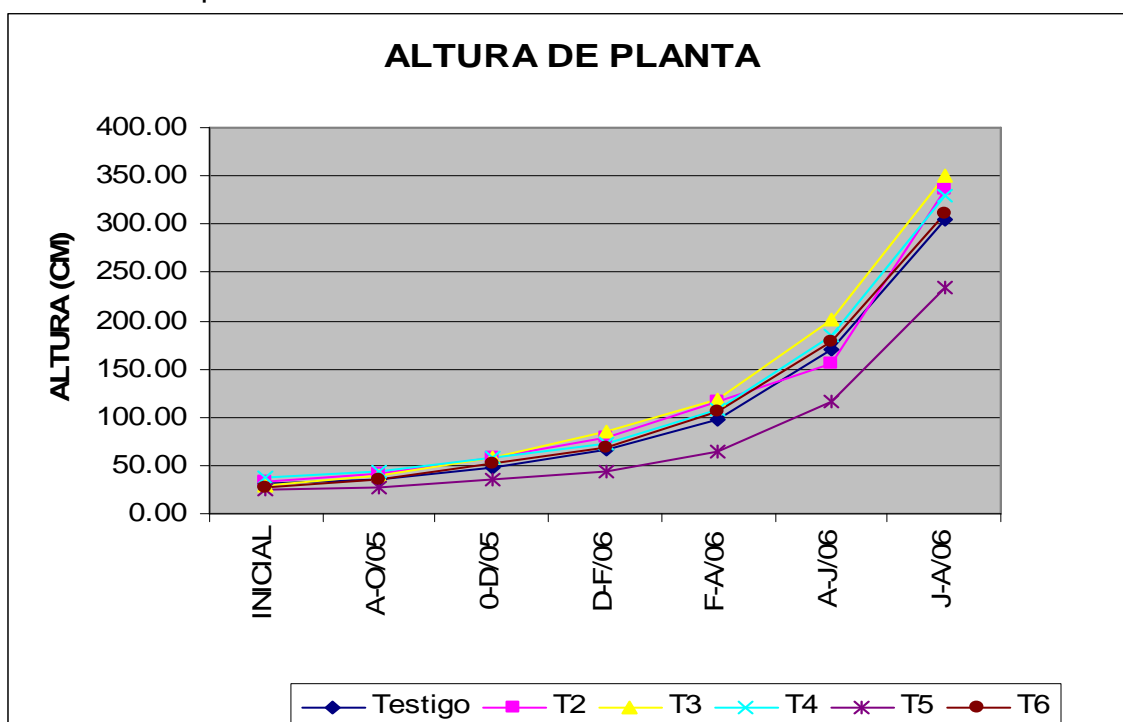
### Dinámica de crecimiento en altura de planta y diámetro basal en un lapso de 12 meses cuadro 17 y 18

Cuadro 17 Datos promedios en altura de planta de las evaluaciones realizadas

TRAT	Medias altura de planta en cm.						
	Inicial/05	O/05	D/05	F/06	A/06	J/06	A/06
T1. testigo	30.45	36.17	48.46	65.31	98.06	169.95	305.44
T2: 50% de lombricomposta	33.35	41.00	58.87	78.27	115.80	155.14	336.08
T3: 75% de lombricomposta	29.79	39.38	57.00	85.85	118.46	201.17	350.39
T4: ProEnzim	37.35	42.61	58.10	72.07	106.82	183.93	328.75
T5: BioMix N	25.76	26.35	35.52	42.73	63.51	116.70	233.51
T6: BioMix P	27.41	35.24	52.29	68.43	106.48	178.04	310.96

Inicial/05= 6 de Agosto 2005, O/05= Octubre 2005, D/05= Diciembre 2005, F/06= Febrero 2006, A/06= Abril 2006, J/06= Junio 2006, A/06= Agosto 2006.

Grafico 5 Incremento bimensual de altura de planta a 12 meses de establecida la plantación.

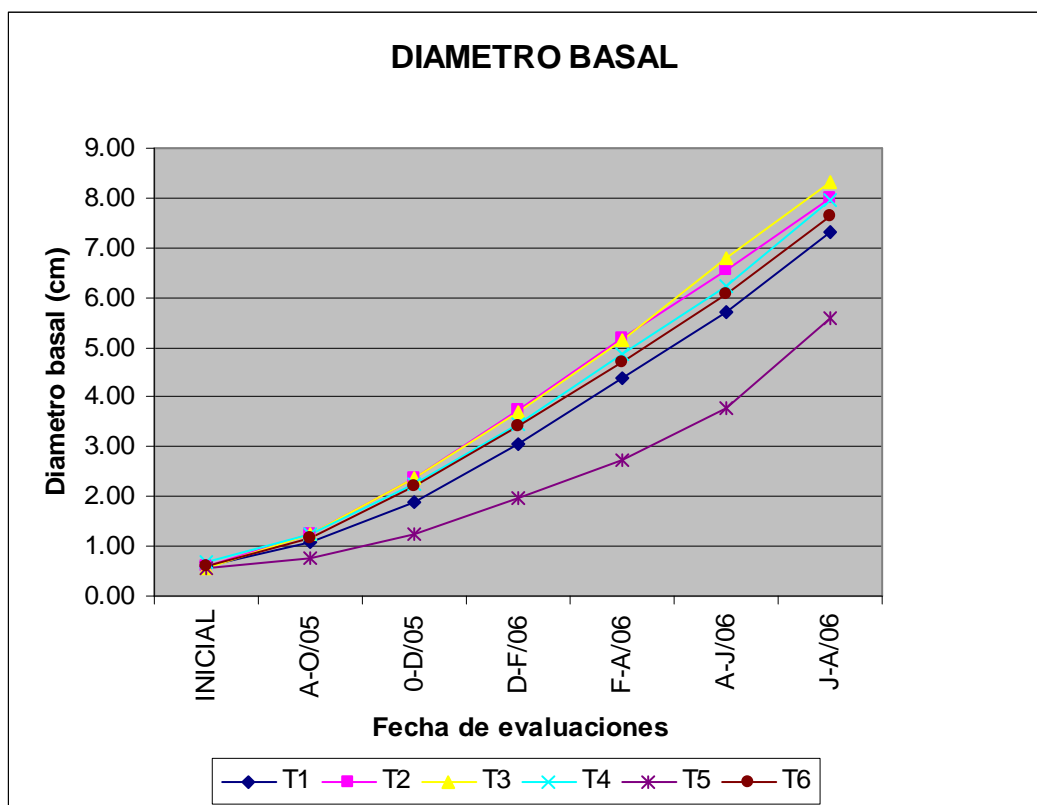


Cuadro 18. Datos promedios en diámetro basal de las siete evaluaciones

TRAT	Medias de diámetro basal en cm						
	Inicial/05	O/05	D/05	F/06	A/06	J/06	A/06
T1: testigo	0.61	1.10	1.90	3.05	4.36	5.70	7.31
T2: 50% de lombricomposta	0.60	1.24	2.36	3.75	5.18	6.56	7.99
T3: 75% de lombricomposta	0.58	1.23	2.36	3.69	5.16	6.81	8.30
T4: ProEnzim	0.69	1.23	2.25	3.45	4.87	6.24	7.95
T5: BioMix N	0.55	0.76	1.23	1.98	2.74	3.77	5.58
T6: BioMix P	0.59	1.15	2.19	3.42	4.69	6.05	7.63

Inicial/05= 6 de Agosto 2005, O/05= Octubre 2005, D/05= Diciembre 2005, F/06= Febrero 2006, A/06= Abril 2006, J/06= Junio 2006, A/06= Agosto 2006.

Grafico 6 Incremento bimensual del diámetro basal a 12 meses de establecida la plantación.



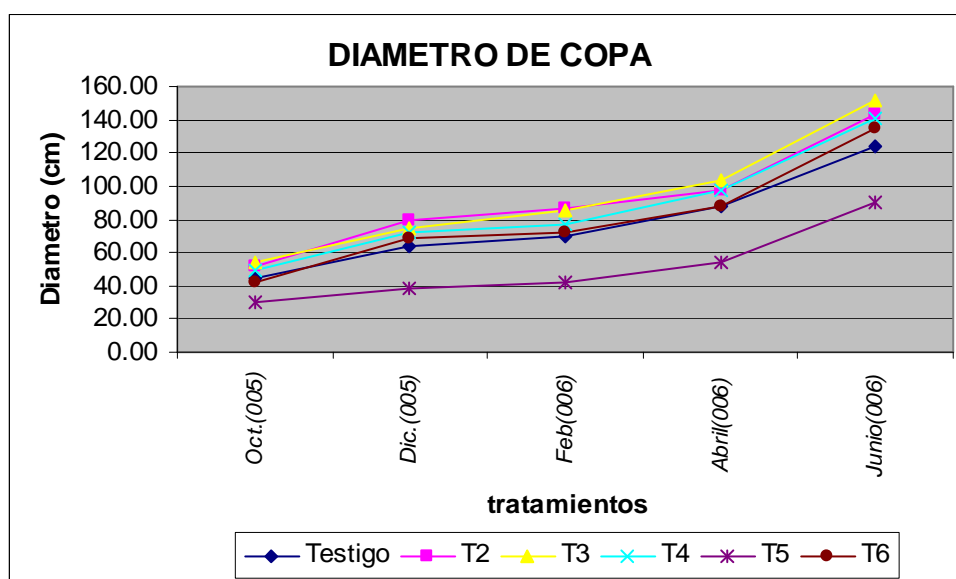
**Dinámica de crecimiento en diámetro de copa y altura de fuste limpio, de octubre de 2005 a junio de 2006; Cuadro 19 y 20.**

Cuadro 19. Datos promedios en diámetro de copa de las siete evaluaciones

TRAT	Medias de diámetro de copa en cm.				
	O/05	D/05	F/06	A/06	J/06
T1. testigo	44.59	63.82	70.29	87.25	124.43
T2: 50% de lombricomposta	51.98	79.36	87.08	97.94	142.92
T3: 75% de lombricomposta	54.31	74.88	85.46	103.69	151.44
T4: ProEnzim	49.91	72.35	76.50	97.67	140.40
T5: BioMix N	29.74	38.94	41.75	53.70	90.00
T6: BioMix P	42.41	68.76	72.72	88.18	134.26

O/05= Octubre 2005., D/05= Diciembre 2005., F/06= Febrero 2006. A/06= Abril 2006, J/06= Junio 2006.

Grafico 7 Incremento bimensual del diámetro de copa de octubre 2005 a junio 2006.



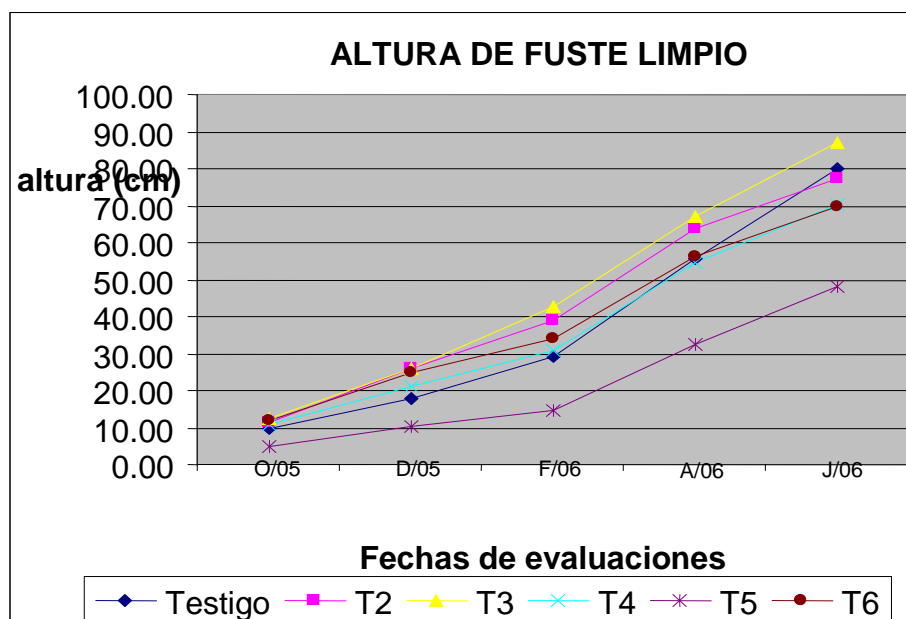
Como se puede observar en las graficas 5, 6 y 7 el tratamiento **T3** en todo momento ha estado a la cabeza seguido de los tratamientos **T2, T4, T6** y el testigo: **T1**, sin embargo el tratamiento **T5: BioMix N®** tuvo un efecto negativo debido a las circunstancias descritas anteriormente.

Cuadro 20. Datos promedios en altura de fuste limpio de las siete evaluaciones

TRAT	Medias de altura de fuste limpio en cm				
	O/05	D/05	F/06	A/06	J/06
T1. testigo	9.93	17.94	29.33	55.69	79.78
T2: 50% de lombricomposta	11.18	26.00	38.92	63.80	77.32
T3: 75% de lombricomposta	12.60	26.19	42.57	67.08	86.90
T4: ProEnzim	10.65	21.27	31.02	54.41	70.14
T5: BioMix N	5.05	10.12	14.51	32.46	48.01
T6: BioMix P	11.68	24.62	34.30	56.24	69.92

O/05= Octubre 2005., D/05= Diciembre 2005., F/06= Febrero 2006. A/06= Abril 2006, J/06= Junio 2006.

Grafico 8 Incremento bimensual altura de fuste limpio de octubre 2005 a junio 2006.

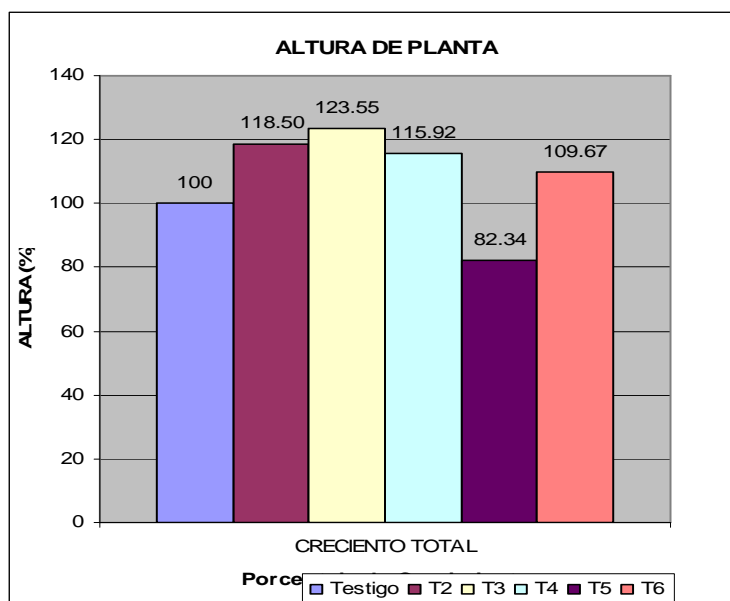


Por lo anterior y debido a que no se había uniformizado la planta desde un principio, se decide sacar el crecimiento de las variables en porcentaje para conocer cual es crecimiento real de estos árboles y para saber si hubo alguna influencia de los tratamientos aplicados ver graficas 5, 6, 7, 8.

Cuadro 21. Concentración de datos para altura de planta en cm.

	1	2	3	4	5	MEDIA	%
Testigo	237.2	198	212.8	181.07	189.07	203.628	100
T2	231.47	243.6	208.67	235.73	200.8	224.054	118.50
T3	212	259.5	239	240.53	216.93	233.592	123.55
T4	221.33	208.93	230.53	212.53	222.5	219.164	115.92
T5	166	180.89	199.47	149.33	82.67	155.672	82.34
T6	258.93	193.47	204.27	173.6	206.53	207.36	109.67

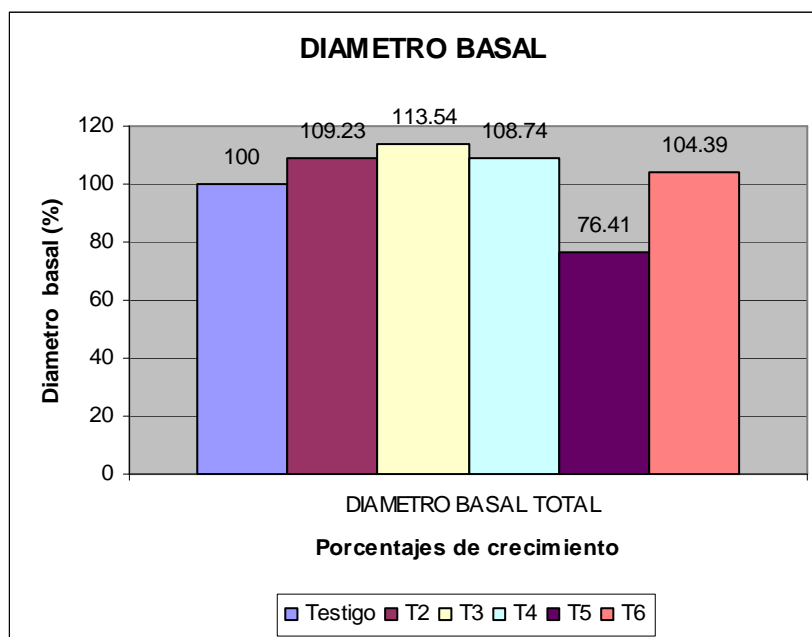
Grafico 9 Altura de planta en porcentaje.



Cuadro 22. Concentración de datos para Diámetro basal cm.

	1	2	3	4	5	MEDIA	%
Testigo	5.47	4.87	4.97	4.59	4.47	4.874	100
T2	5.56	5.61	5.28	5.33	4.84	5.324	109.23
T3	4.89	5.98	5.72	5.57	5.51	5.534	113.54
T4	5.28	5.27	5.25	5.51	5.19	5.3	108.74
T5	3.89	4.96	4.32	3.38	2.07	3.724	76.41
T6	5.63	4.84	5.41	4.37	5.19	5.088	104.39

Grafica 10 Diámetro basal en porcentaje.

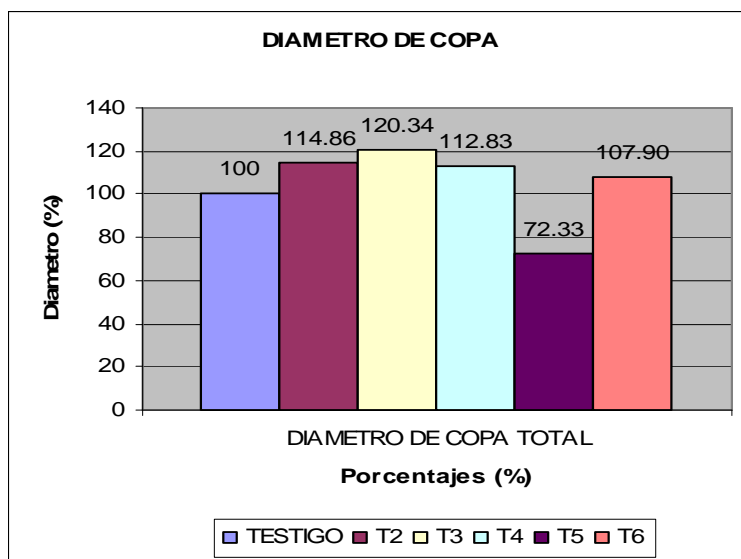


Cuadro 23. Concentración de datos para Diámetro de copa en cm.

	1	2	3	4	5	Promedio	%
Testigo	96.67	86.25	77.33	84.33	70.2	82.956	100
T2	99.2	101.53	102.67	94.13	78.87	95.28	114.86
T3	83.53	116.5	98.92	97.27	102.93	99.83	120.34
T4	90.27	96.2	86.53	106	89	93.6	112.83
T5	62.25	72.08	74.93	55.53	35.2	59.998	72.33
T6	97.33	84.67	99.93	79.47	86.13	89.506	107.90



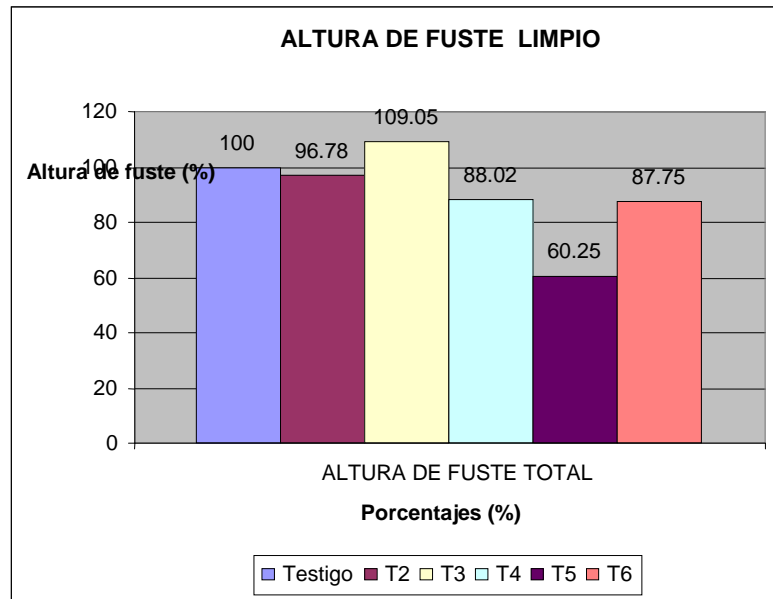
Grafico 11 Diámetro de copa en porcentaje.



Cuadro 24. Concentración de datos para altura de fuste limpio en cm

	1	2	3	4	5	Media	%
Testigo	103	47.67	33.87	45.2	35.87	53.122	100
T2	61.33	55.47	53.73	45.2	41.33	51.412	96.78
T3	72.13	54.83	65.5	45.2	52	57.932	109.05
T4	47.6	48.53	44.93	51.73	41	46.758	88.02
T5	32.5	39.67	32.8	32.27	22.8	32.008	60.25
T6	52.53	38	50.8	46.8	44.93	46.612	87.75

Grafico 12 Altura de fuste limpio en porcentaje.



Como se puede observar gráficamente, no existieron cambios significativos entre los tratamientos, por lo que descartamos la duda que teníamos al momento de procesar los datos; de que si había influido en el error experimental, la uniformización de las plantas.

## V. CONCLUSIONES

Este proyecto de investigación, proporciona información confiable y los resultados obtenidos permiten concluir lo siguiente:

1. Se describió la dinámica de crecimiento y desarrollo de *Cedrela odorata* a 12 meses de su establecimiento, concluyendo que la lombricomposta es una opción recomendable como fertilizante orgánico en este tipo de plantaciones forestales comerciales.
2. Las curvas de crecimiento en altura del arbolado y diámetro basal en *Cedrela odorata* para el presente experimento, presentan forma exponencial que comparativamente, superan las tasas de crecimiento de la mayor parte de las plantaciones de la región y del país.
3. Las variables utilizadas para describir el crecimiento y desarrollo de *Cedrela odorata*, como lo son: altura del árbol, diámetro basal del tallo, diámetro de copa y altura de fuste limpio, mostraron una alta asociación y describen un crecimiento y desarrollo armónico de los árboles (Cuadro 12).
4. La fertilización con 75% de lombricomposta (4.5Kg/Árbol), fue el tratamiento que numéricamente generó los mejores resultados en cuanto a las cuatro variables dasométricas evaluadas.
5. Estadísticamente los tratamientos T3, T2, y T4, consistentes en 75% de lombricomposta, 50% de lombricomposta y aplicación de Proenzim, respectivamente, mostraron los mejores resultados en crecimiento de altura de los árboles, diámetro basal y diámetro de copa (Cuadro 12).

6. Al igual que T2, T3 y T4, el T6, consistente en la aplicación de BioMix P®, mostró similares resultados en cuanto a crecimiento de diámetro basal y diámetro de copa (Cuadro 12).
7. El tratamiento T5, consistente en la aplicación foliar de BioMix N®, mostró efectos negativos en el crecimiento de las cuatro variables dasométricas evaluadas, debido al posible exceso en su concentración y aplicación.
8. Es conveniente establecer este tipo de plantaciones forestales comerciales en la región Norte del Estado de Veracruz, dada su alta productividad dasométrica y los precios elevados de la madera (alrededor de 4 dólares/pié-tabla de madera aserrada).
9. Este tipo de plantaciones pueden reenfocarse sustentablemente ya que la aplicación de fertilizantes orgánicos mejoran las características físicas, químicas y microbiológicas de los suelos donde se establecen, no contaminan el medio ambiente, fomentan la biodiversidad, y como resultado aumentan la productividad biológica de los árboles plantados.
10. Es importante dar continuidad al presente proyecto de investigación con el propósito de evaluar las tasas de crecimiento e incremento en volumen de madera de la plantación, según sean sus tratamientos.
11. Es importante que el presente proyecto de investigación sea replicado en otras regiones del Estado de Veracruz, con el fin de crear paquetes tecnológicos social e institucionalmente aceptados.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la aplicación de lombricomposta a un nivel de dosificación del 75% (3 paladas de lombricomposta por 1 de tierra/árbol) durante la plantación, de árboles forestales comerciales de cedro rojo en la región Norte del Estado de Veracruz, dados los altos niveles de crecimiento y desarrollo en altura del arbolado así como diámetro basal, entre otras variables dasométricas evaluadas, conformando árboles con crecimiento armónico en altura total y grosor del tallo. Asimismo, este tipo de insumos orgánicos, mejora las características físicas, químicas y microbiológicas de los suelos, no contaminan el agua de los manantiales subterráneos, tampoco afectan negativamente la biodiversidad del suelo ni del ambiente en general, coadyuvando a un enfoque sustentable de las plantaciones forestales en el Estado de Veracruz.
2. Dados los elevados niveles de crecimiento y desarrollo en altura total, diámetro basal y diámetro de copa de los árboles evaluados, también es posible recomendar la aplicación de otro fertilizante orgánico: Proenzim, el cual se aplica de manera foliar a dosis de 25 mm diluidos en 2 litros de agua por cada árbol, así como la aplicación de 50% de lombricomposta (2 paladas de este fertilizante orgánico y por otras 2 de suelo) durante la plantación.
3. Se recomienda fomentar el establecimiento de plantaciones forestales comerciales de cedro rojo en el Norte de Veracruz, siguiendo un buen programa de manejo que incluya la implementación de prácticas silvícolas adecuadas, como la colecta de germoplasma superior, cercado perimétrico del predio, preparación adecuada del sitio de plantación, elección de una buena época de establecimiento (junio-septiembre), plantación correcta, limpieza, poda, desahije, así como el control cronológico de plagas y enfermedades.

4. Se recomienda el establecimiento de plantaciones forestales comerciales de cedro rojo en la región Norte del Estado de Veracruz, dada su alto coeficiente de sobrevivencia (95%), elevada productividad dasométrica y precios bien remunerados de la madera (alrededor de 4 dólares/pié-tabla de madera aserrada). Además, debe considerarse que la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), otorga un subsidio superior a los \$8,000.00 (ocho mil pesos) (casi 700 dólares, al tipo de cambio de \$11.00/1 dólar), por cada hectárea establecida.
5. Se recomienda dar continuidad al presente proyecto de investigación con el propósito de evaluar las tasas de crecimiento e incremento en volumen de madera de la plantación, según sean sus tratamientos.
6. Se recomienda que el presente proyecto de investigación sea replicado en otras regiones del Estado de Veracruz, con el fin de crear paquetes tecnológicos social e institucionalmente aceptados, probando nuevos tratamientos o combinaciones de los aplicados en presente estudio.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. Altamirano Q., MA. T. 2002. Efecto de la lombricomposta como sustrato en el crecimiento inicial de *Pinus ayacahuite* Ehrenb, *Pinus oaxacana* Mirov, *Pinus rudis* Endl y *Pinus hatwegii* Lindl. Tesis profesional. Instituto de Genética Forestal Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 64 p.
2. Araujo, Y. y D. López H. 1999. Earthworms characterization in savanna organic system of Venezuelan Amazonia. *Revista Ecotropicos* 12 (1): 49-55.
3. Benítez T., R. S. 1995. La importancia de las plantaciones forestales en el mejoramiento ambiental. *In: III Reunión nacional sobre plantaciones forestales. SARH Publicación especial No.48. México. Pp. 942-945.*
4. Betancourt B., A. 1987. *Cedrela odorata* L. *In: Betancourt B., A. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Editorial Científico-técnica. La Habana, Cuba. Pp. 92-109.*
5. BIOAGROMEX. 2004. Catálogo de Productos BioAgroMex S.A. de C.V.®. Saltillo, Coahuila; México. 88 p.
6. Capó A., M. A. 2001. Establecimiento de plantaciones forestales: los ingredientes del éxito. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. 207 p.
7. Cibrían T., D., J. T. Méndez M., R. Campos B., H. O. Yates III y J. E. Flores L. 1995. Insectos Forestales de México. Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp.112-115.
8. Cintrón, B. B. 1990. *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. *In: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 250-257.*

9. CONAFOR. 2005. Cedro rojo, madera valiosa de olor exquisito. Revista electrónica de la Comisión Nacional Forestal. Número 6. 2005. [http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros\\_arboles](http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles).
10. CONAFOR. 2005b. Buenas perspectivas para el mercado de las maderas tropicales mexicanas. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal. Número 6. 2005. <http://www.mexicoforestal.gob.mx/nota>.
11. Contreras, W. 1995. Las plantaciones forestales como alternativa para la conservación de los recursos naturales. *In*: III Reunión nacional sobre plantaciones forestales. SARH Publicación especial No.48. México. Pp. 946-948.
12. De Rodríguez, D. 2000. Estudio técnico - económico para la especie cedro (*Cedrela odorata*). Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Servicio Forestal y de Fauna. Soyapango. Colombia. [www.mag.gob.sv/html/Publicaciones/forestal/documents/Cedro-2.PDF](http://www.mag.gob.sv/html/Publicaciones/forestal/documents/Cedro-2.PDF)
13. Fernández. et al. s/f. Respuesta del *Pinus radiata* D Don a la fertilización inicial con N y P en Tandil (Buenos Aires). INTA. Buenos Aires Argentina. 10 p.
14. Galloway, G. 2003. Plantaciones forestales de pequeña escala. *In*: Cordero., J. y D. H. Boshier. Árboles de Centroamérica un manual para el extensionista. OFI – CATIE. Turrialba, Costa Rica. Pp.246-282.
15. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. 2ª Edición. UNAM. México. Pp. 194.
16. Hernández A., H. 2000. Manual técnico de producción de planta y establecimiento en plantación de *Cedrela odorata* L. Universidad Veracruzana y Gobierno del estado de Veracruz, México.
17. Hilje., L. 2002. Perspectivas y avances en prácticas preventivas para el manejo del barrenador de las Meliáceas (*Hypsipyla grandella*). *In*: Memoria del II Encuentro de Investigadores en Agricultura Orgánica. Turrialba, Costa Rica. [http://www.infoagro.go.cr/organico/25.Perspectivas\\_avances.htm](http://www.infoagro.go.cr/organico/25.Perspectivas_avances.htm)



18. INEGI. 2000. Carta topográfica digital (F14-8), México sur. Escala 1: 250, 000. México.
19. INEGI. 2003. Anuario Estadístico de Veracruz de Ignacio de la Llave. Tomo I. México. Pp. 10 – 29.
20. Infoagro. 2005. <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp>.
21. Landero C., D. 2003. Establecimiento de plantaciones comerciales de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en México. Monografía Profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. 66 p.
22. Limón D., F. 2003. Monografía del barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella* Zeller) en cedro (*Cedrela odorata* L.) y caoba (*Swietenia macrophylla* King). Tesina. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 62 p.
23. Mas P., J. 2003. Guía práctica para el establecimiento de plantaciones forestales. Boletín Técnico N° 5. Michoacán, México. 55 p.
24. Monreal R., S. B. 2005. Grandes retos del modelo México de plantaciones comerciales. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal. Número 10. 2005. <http://www.mexicoforestal.gob.mx/editorial>.
25. Rodríguez G., F. 1980. Situación de las investigaciones realizadas sobre *Hypsipyla grandella* (Zeller) en el sureste de México. In: Memoria, Primer Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Sociedad Mexicana de Entomología. Uruapan, Michoacán. Pp. 149-153.
26. Rosas S., G. C. 1989. Plantaciones forestales. In: Tomo II. Congreso Forestal Mexicano. INIFAP. México. Pp. 737-747.
27. SAGARPA. S/F. Humus de lombriz (lombricomposta) características, clasificación, especificaciones y métodos de prueba. Anteproyecto de norma mexicana NMX-FF  
[www.sagarpa.gob.mx/Dgg/nmx/humus/avan\\_humus\\_021005.doc](http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/nmx/humus/avan_humus_021005.doc)

28. Sánchez M., V. y C. Velásquez E. 1998. Evaluación de dos insecticidas biológicos en el control de *Hypsipyla grandella* (Zeller), barrenador de los brotes de las Meliáceas. *Revista Ciencia Forestal en México*. 23(83):33-39.
29. SARH. 1976. Normales Climatológicas 1942 - 1970. 4ª parte (Q – Z). México. Pp.713.
30. Secretaría de Gobernación. 1988. Los Municipios de Veracruz. *In: Enciclopedia de los Municipios de México*. México. Pp. 164 – 167.
31. SEMARNAT. 2006. Informe de la situación del medio ambiente en México, 2005. Compendio de las estadísticas ambientales. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)
32. SEMARNAT. 2001. Balanza comercial de productos forestales. México.
33. SEMARNAT. 2003. Ley forestal de desarrollo forestal sustentable. CONAFOR-SEMARNAT. Guadalajara, Jalisco, México. 88 p.
34. Solano F, V. 2002. Lombriz roja californiana. *In: Tomo II del Manual Agropecuario tecnologías de la granja integral autosuficiente*. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá, Colombia. Pp. 481-502.
35. Torres P., J. A. 1996. Las plantaciones forestales comerciales y una política de incentivos. *Revista Chapingo, serie Ciencia Forestales y del Ambiente*. 2(1):143-149.

## VIII. APENDICE

**Apéndice 1.** ANVA y Prueba de Tukey para altura de plantas de cedro rojo en el Predio "El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. de Chicontepec, Ver." 2005-2006.

TRATA.	BLOQUES				
	1	2	3	4	5
1	355.8000	297.0000	319.2000	271.6000	283.6000
2	347.2000	365.4000	313.0000	353.6000	301.2000
3	318.0000	389.2500	358.5000	360.8000	325.4000
4	332.0000	313.4000	345.8000	318.8000	333.7500
5	249.0000	271.3333	299.2000	224.0000	124.0000
6	388.4000	290.2000	306.4000	260.0000	309.8000

### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
TRATAMIENTOS	5	42658.500000	8531.700195	6.1965	0.002	<b>2.71 - 4.1</b>
BLOQUES	4	11055.500000	2763.875000	2.0074	0.132	<b>2.87, 4.43</b>
ERROR	20	27537.000000	1376.849976			
TOTAL	29	81251.000000				

**C.V. = 11.94%**

### TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	305.440002
2	336.079987
3	350.390015
4	328.750000
5	233.506668
6	310.960022

### PRUEBA DE TUKEY

-----  
 NUMERO DE TRATAMIENTOS = 6  
 NUMERO DE REPETICIONES = 5  
 CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 1376.8500  
 GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 20  
 -----

TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
3	350.3900 A	3	350.3900 A
2	336.0800 A	2	336.0800 A
4	328.7500 A	4	328.7500 A
6	310.9600 A	6	310.9600 AB
1	305.4400 AB	1	305.4400 AB

5	233.5067 B	5	233.5067 B
-----		-----	
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01	
<b>TUKEY = 73.8445</b>		<b>TUKEY = 91.4345</b>	
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.45, 5.51		VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.45, 5.51	

**Apéndice 2.** ANVA y Prueba de Tukey para Diámetro basal de plantas de cedro rojo en el Predio “El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. de Chicontepepec, Ver.” 2005-2006.

TRATA.	BLOQUES				
	1	2	3	4	5
1	8.2000	7.3000	7.4600	6.8800	6.7000
2	8.3400	8.4200	7.9200	8.0000	7.2600
3	7.3400	8.9750	8.5750	8.3600	8.2700
4	7.9200	7.9100	7.8800	8.2700	7.7875
5	5.8250	7.4333	6.4800	5.0700	3.1000
6	8.4400	7.2600	8.1100	6.5600	7.7800

#### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
TRATAMIENTOS	5	24.073853	4.814771	8.0426	0.000	<b>2.71 - 4.1</b>
BLOQUES	4	4.743286	1.185822	1.9808	0.136	<b>2.87, 4.43</b>
ERROR	20	11.973145	0.598657			
TOTAL	29	40.790283				

**C.V. = 10.37%**

#### TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	7.308000
2	7.988000
3	8.304000
4	7.953500
5	5.581660
6	7.630000

#### PRUEBA DE TUKEY

-----  
 NUMERO DE TRATAMIENTOS = 6  
 NUMERO DE REPETICIONES = 5  
 CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 0.5987  
 GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 20  
 -----

TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
3	8.3040 A	3	8.3040 A
2	7.9880 A	2	7.9880 A
4	7.9535 A	4	7.9535 A
6	7.6300 A	6	7.6300 A
1	7.3080 A	1	7.3080 AB
5	5.5817 B	5	5.5817 B
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05 TUKEY = 1.5399 VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.45, 5.51		NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01 TUKEY = 1.9067 VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.45, 5.51	

**Apéndice 3.** ANVA y Prueba de Tukey para Diámetro de copa de plantas de cedro rojo en el Predio “El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. de Chicontepec, Ver.” 2005-2006.

TRATA.	BLOQUES				
	1	2	3	4	5
1	145.0000	129.3750	116.0000	126.5000	105.3000
2	148.8000	152.3000	154.0000	141.2000	118.3000
3	125.3000	174.7500	148.3750	154.4000	154.4000
4	135.4000	144.3000	129.8000	159.0000	133.5000
5	93.3750	108.1250	112.4000	83.3000	52.8000
6	146.0000	127.0000	149.9000	119.2000	129.2000

#### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
TRATAMIENTOS	5	11910.531250	2382.106201	10.4594	0.000	<b>2.71 , 4.1</b>
BLOQUES	4	1945.968750	486.492188	2.1361	0.113	<b>2.87, 4.43</b>
ERROR	20	4554.937500	227.746872			
TOTAL	29	18411.437500				

**C.V. = 11.56%**

#### TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	124.434998
2	142.919998
3	151.444992
4	140.399994
5	90.000000
6	134.259995

## PRUEBA DE TUKEY

-----  
 NUMERO DE TRATAMIENTOS = 6  
 NUMERO DE REPETICIONES = 5  
 CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 227.7469  
 GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 20  
 -----

TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
3	151.4450 A	3	151.4450 A
2	142.9190 A	2	142.9190 A
4	140.3390 A	4	140.3390 A
6	134.2590 A	6	134.2590 A
1	124.4350 A	1	124.4350 AB
5	90.0000 B	5	90.0000 B
-----		-----	
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01	
TUKEY = 30.0332		TUKEY = 37.1871	
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.45, 5.51		VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.45, 5.51	

**Apéndice 4.** ANVA y Prueba de Tukey para Altura de copa de plantas de cedro rojo en el Predio "El Plan, Ejido Ahuateno, Mpio. de Chicontepec, Ver." 2005-2006.

TRATA.	BLOQUES				
	1	2	3	4	5
1	155.0000	71.5000	50.8000	67.8000	53.8000
2	93.0000	83.2000	80.6000	67.8000	62.0000
3	108.2000	82.2500	98.2500	67.8000	78.0000
4	71.4000	72.8000	67.4000	77.6000	61.5000
5	48.7500	59.5000	49.2000	48.4000	34.2000
6	78.8000	57.0000	76.2000	70.2000	67.4000

## ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
TRATAMIENTOS	5	4470.734375	894.146851	2.9081	0.039	<b>2.71 - 4.1</b>
BLOQUES	4	3663.328125	915.832031	2.9787	0.044	<b>2.87, 4.43</b>
ERROR	20	6149.281250	307.464050			
TOTAL	29	4283.343750				

**C.V. = 24.35%**

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	79.779991
2	77.319992
3	86.900002
4	70.139999
5	48.010002
6	69.919998

**PRUEBA DE TUKEY**

-----  
 NUMERO DE TRATAMIENTOS = 6  
 NUMERO DE REPETICIONES = 5  
 CUADRADO MEDIO DEL ERROR = 307.4641  
 GRADOS DE LIBERTAD DEL ERROR = 20  
 -----

TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
3	86.9000 A	3	86.9000 A
1	79.7800 AB	1	79.7800 A
2	77.3200 AB	2	77.3200 A
4	70.1400 AB	4	70.1400 A
6	69.9200 AB	6	69.9200 A
5	48.0100 B	5	48.0100 A
-----		-----	
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01	
TUKEY = 34.8957		TUKEY = 43.2080	
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.45, 5.51		VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 4.45, 5.51	

**Apéndice 5.** Valorar económicamente cada uno de los tratamientos de producción sustentable aplicados, con relación a los beneficios biológicos obtenidos en los árboles establecidos.

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS INSUMOS UTILIZADOS EN UNA HECTÁREA DE TERRENO**

CONCEPTO	Unidad	Costo Unitario	Cantidad (Jornales, ha, Ton, Lt, Hrs)	Numero de veces	Monto
<b>Costo de Preparación del sitio de plantación.</b>					<b>\$11.600,00</b>
derribo y extracción de arboles en su caso	HA	\$ 10.000,00	1	1	\$10.000,00
Paso de arado (barbecho)	HA	\$ 500,00	1	1	\$500,00
Rastreo ligero	HA	\$ 300,00	2	1	\$600,00
Trazo de la plantación.	HA	\$ 100,00	5	1	\$500,00
<b>Costo de Plantación.</b>					<b>\$8.000,00</b>
Colecta de germoplasma y vivero rustico	LOTE	\$ 5.000,00	1	1	\$5.000,00
Transporte y distribución de planta en el área de plantación	HA	\$ 1.000,00	1	1	\$1.000,00
poceo	HA	\$ 100,00	10	1	\$1.000,00
Plantación.	HA	\$ 100,00	10	1	\$1.000,00



<b>Costo de mantenimiento en el primer año</b>					<b>\$7.600,00</b>
Chapeo manual de plantación	HA	\$ 100,00	5	12	\$6.000,00
desahijas y podas	HA	\$ 100,00	2	3	\$600,00
Control de plagas	HA	\$ 100,00	1	10	\$1.000,00

<b>costo del tratamiento</b>					
T1. Testigo	HA	\$ -	1	1	\$0.00
T2. 50% de lombricomposta	HA	\$ 1.500,00	3,3	1	\$6,000.00
T3. 75% de lombricomposta	HA	\$ 1.500,00	5	1	\$8.500.00
T4. Pro Enzim®	HA	\$ 289,00	1,5	23	\$21,470.50
T5. Bio Mix N®	HA	\$ 51,00	1,5	23	\$13,259.50
T6. Bio Mix P®	HA	\$ 40,00	1,5	23	\$12,880.00

**NOTA:**

1. El tratamiento T1 no tuvo ningún costo, ya que no fue fertilizado.
2. El costo para el tratamiento T2 es de \$6,000.00 (545.5 dólares, al tipo al tipo de cambio de \$11.00/1 dólar), incluye precio de insumo y 10 jornales, una sola aplicación.
3. El costo para el tratamiento T3 es de \$8,500.00 (772.7 dólares, al tipo al tipo de cambio de \$11.00/1 dólar), incluye precio de insumo y 10 jornales, una sola aplicación.

4. El costo para el tratamiento T4 es de \$21,470.50 (1,951.9 dólares, al tipo al tipo de cambio de \$11.00/1 dólar), incluye precio de insumo y 5 jornales por aplicación.
5. El costo para el tratamiento T5 es de \$13,259.50 (1,205.4 dólares, al tipo al tipo de cambio de \$11.00/1 dólar), incluye precio de insumo y 5 jornales por aplicación.
6. El costo para el tratamiento T6 es de \$12,880.0 (1,170.9 dólares, al tipo al tipo de cambio de \$11.00/1 dólar), incluye precio de insumo y 5 jornales por aplicación.