

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SUSTRATO CONTAMINADO  
CON HIDROCARBUROS, SUSTRATO BIORREMEDIADO Y  
SUSTRATO NO CONTAMINADO EN EL DESARROLLO DE TECA  
(*Tectona grandis*) Y BALSA (*Ochroma pyramidale*) EN EL CANTÓN  
JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA”.**

**CRISTIAN PAUL SARANGO UREÑA**

**TESIS**

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

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2011**

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SUSTRATO CONTAMINADO CON HIDROCARBUROS, SUSTRATO BIORREMEDiado Y SUSTRATO NO CONTAMINADO EN EL DESARROLLO DE TECA (*Tectona grandis*) Y Balsa (*Ochroma pyramidale*) EN EL CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA”**. De responsabilidad del Sr. Egresado Cristian Paúl Sarango Ureña, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

**TRIBUNAL DE TESIS**

**ING. SONIA ROSERO**  
**DIRECTOR**

---

**ING. RIGOBERTO MANCHENO**  
**MIEMBRO**

---

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**  
**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2011**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedico a mi familia que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona. A mis padres Antonio y Rosa, a mis hermanos Diego Antonio, Juan Carlos, Oscar Javier, Silvia Janeth y Andrea Lucia por su apoyo, confianza y amor.

Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre por hacer de mi una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor. A mis hermanos por estar presente, cuidándome y brindándome aliento.

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS que con su infinita bondad me ha permitido cumplir uno de mis anhelos en esta vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Recursos Naturales, a la Escuela de Ingeniería Forestal por haberme acogido durante mi etapa estudiantil.

Es gratificante para mí poder expresar un sincero agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una u otra forma incentivaron y colaboraron para culminar mi investigación, en especial:

A mis padres y hermanos por haberme enseñado a luchar en la vida, y a entender que la educación es la mejor herencia que me pudieron dejar.

A mi familia y amigos quienes a través del tiempo me brindaron su ayuda, cariño y comprensión.

Me gustaría agradecer sinceramente a mi directora de tesis Ing. Sonia Rosero, por su esfuerzo, dedicación, conocimiento, paciencia y su motivación ya que ha sido el pilar fundamental para la realización de esta investigación.

De manera especial al Ing. Rigoberto Mancheno, quien participó como miembro de tesis, orientándome acertadamente con sus conocimientos.

A mi asesor: Ing. Roberto Vivanco quien con sus sugerencias permitió que éste trabajo sea algo productivo, que sirva como guía para las futuras generaciones.

**Mil Gracias!!!**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO</b>	<b>PAG.</b>
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE GRÁFICOS	vi
LISTA DE ANEXOS	viii
I. TÍTULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
IV. MATERIALES Y METODOS	19
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES	80
VII. RECOMENDACIONES	81
VIII. ABSTRACTO	82
IX. SUMMARY	83
X. BIBLIOGRAFÍA	84
XI. ANEXOS	88

## LISTA DE CUADROS

N°	CONTENIDO	Página
1	Fertilización de la balsa y la teca	9
2	Interpretación de análisis químico, físico realizados a los diferentes sustratos en estudio.	10
3	Rango de clasificación de contaminación de suelos por hidrocarburos.	12
4	Tratamientos en estudio.	21
5	Análisis de varianza.	21
6	Escala de vigorosidad.	25
7	Escala de incidencia de plagas.	25
8	Análisis químico, físico e hidrocarburo realizado a los diferentes sustratos en estudio.	26
9	Análisis de varianza para el porcentaje emergencia a los 5 días.	29
10	Análisis de varianza para el porcentaje emergencia a los 15 días después de la siembra.	30
11	Análisis de varianza para el porcentaje emergencia a los 30 días después de la siembra.	30
12	Análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.	31
13	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.	32
14	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.	32
15	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra en la interacción.	33
16		34

<b>Nº</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
17	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.	35
18	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.	36
19	Análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.	37
20	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 90 días del factor “A”.	37
21	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 90 días del factor “B”.	38
22	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra en la interacción.	39
23	Análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.	40
24	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 120 días del factor “A”.	41
25	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 120 días del factor “B”.	41
26	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 120 días de la interacción.	42
27	Análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.	44
28	Análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.	45
29	Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.	45
30	Análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.	46
31	Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de las especies forestales a los 90 días del factor “A”.	47

<b>Nº</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
32	Análisis de varianza para el número de hojas a los 120 días.	48
33	Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de las especies forestales a los 120 días del factor “A”.	48
34	Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de las especies forestales a los 120 días del factor “B”.	49
35	Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra.	51
36	Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 30 días del factor “B”.	51
37	Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 30 días de la interacción.	52
38	Análisis de varianza para el diámetro del tallo de las especies forestales a los 60 días.	53
39	Prueba de Tukey al 5 % del diámetro del tallo a los 60 días del factor “A”.	54
40	Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 60 días del factor “B”.	54
41	Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 60 días de la interacción.	55
42	Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días.	56
43	Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 90 días del factor “B”.	57
44	Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 120 días.	58
45	Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 120 días del factor “B”.	58
46	Análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.	60
47		60

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Pagina</b>
48	Análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.	62
49	Prueba de Tukey al 5 % para el vigor de las especies forestales a los 60 días del factor “B”.	62
50	Análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.	64
51	Prueba de Tukey al 5 % para el vigor de las especies forestales a los 90 días del factor “B”.	64
52	Análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.	66
53	Prueba de Tukey al 5 % para el vigor de las especies forestales a los 120 días del factor “B”.	66
54	Análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.	68
55	Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 30 días del factor “B”.	68
56	Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 30 días de la interacción.	69
57	Análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.	71
58	Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días del factor “A”.	71
59	Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días del factor “B”.	72
60	Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días de la interacción.	73
61	Análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.	75
62	Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 90 días del factor “B”.	75

<b>Nº</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
63	Análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.	77
64	Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 120 días del factor “B”.	77

## LISTA DE GRÁFICOS.

N°	CONTENIDO	Página
1	Porcentaje de germinación en laboratorio de la semilla de Balsa.	28
2	Porcentaje de germinación en laboratorio de la semilla de teca.	28
3	Altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.	32
4	Altura de las especies forestales en los sustratos a los 30 días después de la siembra.	33
5	Altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.	34
6	Altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.	36
7	Altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra, factor “B”.	36
8	Altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.	38
9	Altura de las especies forestales a los 90 días en relación a los sustratos después de la siembra.	39
10	Altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.	40
11	Altura de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.	41
12	Altura de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.	42
13	Altura de las especies forestales en interacción a los 120 días.	43
14	Número de hojas de las especies forestales a los 60 días.	45
15	Número de hojas de las especies forestales a los 90 días.	47
16	Número de hojas de las especies forestales a los 120 días.	48
17	Número de hojas de las especies forestales en los diferentes sustratos a los 120 días.	49
18	El diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra.	51

<b>Nº</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
19	El diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra.	52
20	El diámetro del tallo a los 60 días después de la siembra.	54
21	El diámetro del tallo a los 60 días después de la siembra.	55
22	El diámetro de las especies forestales a los 60 días.	56
23	El diámetro de las especies forestales a los 90 días.	57
24	El diámetro del tallo a los 120 días después de la siembra.	59
25	Vigor de las especies forestales a los 30 días.	61
26	Vigor de las especies forestales en los sustratos a los 60 días.	63
27	Vigor de las especies forestales a los 90 días.	65
28	Vigor de las especies forestales a los 120 días.	67
29	La incidencia de plagas en las especies forestales a los 30 días.	69
30	La incidencia de plagas y enfermedades en las especies forestales a los 30 días.	70
31	La incidencia de plagas en las especies forestales a los 30 días.	72
32	La incidencia de plagas en las especies forestales a los 60 días.	73
33	La incidencia de plagas en las especies forestales a los 60 días.	74
34	La incidencia de plagas en las especies forestales a los 90 días.	76
35	La incidencia de plagas en las especies forestales a los 120 días.	78

**LISTA DE ANEXOS**

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
1	Esquema de distribución del ensayo.	88
2	Análisis de sustratos realizados en laboratorio.	89
3	Germinación de las especies forestales a los 7 días.	90
4	Germinación de las especies forestales a los 14 días.	90
5	Emergencia de las especies forestales a los 5 días.	90
6	Emergencia de las especies forestales a los 15 días.	91
7	Emergencia de las especies forestales a los 30 días.	91
8	Altura de la planta a los 30 días.	91
9	Altura de la planta a los 60 días.	92
10	Altura de la planta a los 90 días.	92
11	Altura de la planta a los 120 días.	92
12	Número de hojas a los 30 días.	93
13	Número de hojas a los 60 días.	93
14	Número de hojas a los 90 días.	93
15	Número de hojas a los 120 días.	94
16	Diámetro del tallo a los 30 días.	94
17	Diámetro del tallo a los 60 días.	94
18	Diámetro del tallo a los 90 días.	95
19	Diámetro del tallo a los 120 días.	95
20	Vigorosidad de la planta a los 30 días.	95
21	Vigorosidad de la planta a los 60 días.	96

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
22	Vigorosidad de la planta a los 90 días.	96
23	Vigorosidad de la planta a los 120 días.	96
24	Incidencia de plagas y enfermedades a los 30 días.	97
25	Incidencia de plagas y enfermedades a los 60 días.	97
26	Incidencia de plagas y enfermedades a los 90 días.	97
27	Incidencia de plagas y enfermedades a los 120 días.	98

**I. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SUSTRATO CONTAMINADO CON HIDROCARBUROS, SUSTRATO BIORREMEDIADO Y SUSTRATO NO CONTAMINADO EN EL DESARROLLO DE TECA (*Tectona grandis*) Y Balsa (*Ochroma pyramidale*) EN EL CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA.**

**II. INTRODUCCIÓN.**

La conservación y el desarrollo de los bosques son vitales para el bienestar de los seres humanos. Los bosques ayudan a mantener el equilibrio ecológico y la biodiversidad, protegen las cuencas hidrográficas e influyen en las tendencias del clima. Los productos forestales proporcionan a las comunidades rurales madera, alimentos, combustible, forrajes, fibras y fertilizantes orgánicos.

En el futuro el sector forestal tendrá que hacer frente a una demanda aún más intensa de sus productos y servicios industriales. Y será objeto de una presión creciente en favor de la utilización de las tierras forestales para la agricultura, la construcción de infraestructuras y para usos urbanos.

El Ecuador es un país megadiverso en términos culturales y biológicos. En efecto, el país está entre las diecisiete naciones que albergan más de 70% (EcoCiencia, 2000) de las especies terrestres y dulceacuícolas conocidas del mundo, a pesar de abarcar menos del 0,2% de la superficie del planeta

El ecologista británico Norman Myers destaca la condición del Ecuador como el país con la más elevada biodiversidad por hectárea en Sudamérica. El alto porcentaje de biodiversidad global se deriva de la existencia de un modesto número de ecosistemas hot spots (centros de alta diversidad biológica) que cubren un área pequeña de tierra, principalmente bosques tropicales. La importancia de los ecosistemas forestales radica en la extensión que ocupan, los valores ecológicos que encierran y los bienes y servicios que generan.

La necesidad de incrementar plantaciones con fines de restauración y reforestación hace necesario la utilización de especies de rápido crecimiento y multipropósito que constituyen aspectos importantes en la ejecución de estos planes.

Actualmente, las especies introducidas ocupan aproximadamente 46,8 % (Radwanski y Wickens, 1981) de totales especies que son importantes para la reforestación. Por las características de crecimiento y multiusos la teca y balsa se recomiendan para ser usada en planes de reforestación, así como en procesos de recuperación de suelos degradados producto de contaminación por derrames de petróleo y que actualmente han sido tratados mediante procesos de biorremediación, al ser estas especies útiles para mejorar la fertilidad del suelo en los sitios antes mencionados, debido a la calidad de su hojarasca y a la tasa de descomposición foliar relativamente rápida

Actualmente se necesitan investigar el comportamiento de especies como la balsa y teca en la fase de vivero para incorporarlas en los planes de reforestación y restauración en zonas en proceso de recuperación afectadas por continuos derrames de petróleo.

#### **A. JUSTIFICACIÓN.**

El patrimonio natural del país ha sido menoscabado en el proceso de crecimiento económico. La construcción de obras de infraestructura vial y petrolera es un proceso inherente a la expansión de las fronteras económicas (petrolera, minera, agrícola, etc.), y ha sido ubicada como una de las principales causas del deterioro ambiental, cuyos costos ambientales y sociales son muy altos. Pero estas causas de la deforestación mantienen vínculos estrechos con los procesos de colonización, la debilidad de las agencias encargadas de la protección y las contradictorias políticas económicas y ambientales aplicadas en América

Ante tales acontecimientos Operaciones Rio Napo Compañía de Economía Mixta a creído conveniente la realización del presente trabajo investigativo, como una alternativa para promover el desarrollo de los planes de reforestación del Campo Sacha y por ende la

provincia de Orellana y así dotar de información sobre la propagación de teca y balsa en el mejor sustrato.

## **B. OBJETIVOS.**

### **1. Objetivo general.**

Evaluar el efecto de sustrato contaminado con hidrocarburos, sustrato biorremediado y sustrato no contaminado en el desarrollo de teca (*Tectona grandis*) y balsa (*Ochroma pyramidale*) en el cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana.

### **2. Objetivos específicos.**

- a. Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos en estudio.
- b. Evaluar el comportamiento de los parámetros morfológicos y fisiológicos de las especies en los diferentes sustratos empleados.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA.**

#### **A. DESCRIPCIÓN DENDROLOGÍCA DE TECA Y BALSA**

##### **1. Teca (*Tectona grandis*)**

La Teca es una de las especies forestales mejor conocidas del mundo tropical. Su madera es extremadamente valiosa, alcanza precios superiores al doble de los de la Caoba. En condiciones apropiadas su crecimiento puede ser excelente constituyéndose en una de las especies que probablemente tendrá una figuración prominente en el futuro del programa de plantaciones introducidas en el Ecuador. La Teca ha sido introducida en varias islas del Caribe, las primeras plantaciones datan desde hace 70 años, y su origen parece haber sido de India y Birmania. (www.sica.com)

Esta especie es de crecimiento rápido crece normalmente en áreas cuya precipitación varía entre 1500 a 2500 mm, a veces 1300 a 1800 mm, con un periodo seco superior a 3 meses. Experiencias obtenidas en ensayos realizados demostraron que colocando las semillas en una cama de vivero durante 10 días y procediendo luego a tratarlas con agua natural renovable a la temperatura normal durante 48 horas y posteriormente a sembrarla en las platabandas, se obtuvo un 70% de germinación en un tiempo de hasta 30 días; los frutos de la teca contienen cada uno hasta 4 semillas y son sembrados en las platabandas a intervalos de 15 x 15 cm y a una profundidad de 2 cm. siendo aconsejable a una profundidad ligeramente mayor al diámetro de la semilla. (www.monografias.com)

Con la finalidad de conseguir plantas uniformes de aproximadamente 60 cm. de alto, capaz de producir un material vegetativo que garantice la plantación, es necesario realizar podas. Por lo general, las plantas que germinan primero, crecen con rapidez dificultando el desarrollo de las que germinan posteriormente. (www.sica.com)

**a. Origen.**

Inicialmente originario de las Indias Orientales, específicamente en la India, Malasia, y Myanmar, entre otras regiones del Sureste de Asia; en la actualidad existen plantaciones en muchos países de América como El Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador, Perú y Brasil. De acuerdo con el poeta Persa Firdus, el primer tablero de Ajedrez de la historia fue construido en parte con madera Teca y mármol. (USDA. 2002)

**b. Clasificación botánica<sup>1</sup>.**

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Lamiales

**Familia:** Verbenaceae

**Género:** *Tectona*

**Especie:** *T. grandis*

**Nombre binomial:** *Tectona grandis*

**c. Descripción del cultivo.**

La *Tectona grandis* es un árbol de hoja caduca de gran tamaño con una copa redondeada y, cuando crece en condiciones favorables, un fuste cilíndrico alto y limpio de más de 25 m. A menudo, en la base del árbol aparecen contrafuertes (ensanchamientos en la base producidos por una hinchazón exagerada de las raíces) y a veces es acanalado (presenta depresiones y abultamientos irregulares en el fuste). Las hojas son elípticas u ovoides y de una longitud de 30 a 60 cm. (PAUMIER, 1997).

Su crecimiento puede darse en variadas condiciones, pero si se desea una madera de alta calidad deben darse las siguientes condiciones:

---

<sup>1</sup> [www.wikipedia.org/wiki/clase\\_\(biología\)](http://www.wikipedia.org/wiki/clase_(biología))

**Altitud:** entre los 0 y 800 msnm (metros sobre el nivel del mar).

**Suelos:** ricos en calcio, planos y con un buen drenaje.

**En la temporada lluviosa:** entre 1.500 a 2.500 mm de precipitación anual.

**En la temporada seca:** entre 10 y 50 mm de lluvia y con una duración máxima de 3 meses. (Lieth, H. y Markert B. 2000).

Según (Flores, N. 2004). El Requiere de climas con una estación seca bien definida (3 a 5 meses), con temperaturas medias anuales entre 22 y 28 °C, una precipitación media anual de 1250 a 2500 mm y altitudes entre los 0 y 1000 msnm. Entre los factores limitantes más importantes para la especie se consideran los suelos poco profundos, compactados o arcillosos, con bajo contenido de calcio o magnesio, con pendiente, mal drenaje y altitudes mayores a 1000 msnm. Si estas condiciones no se cumplen, se obtiene una madera de menor calidad y menor valor comercial. Las mejores maderas de teca provienen de árboles "viejos" (por encima de 20 años de edad al ser cortados). La teca tiene una alta capacidad de rebrote, lo que la hace resistente a incendios forestales; por su alta densidad y dureza las termitas no la penetran.

#### **d. Multiplicación.**

En el área centroamericana, por ejemplo, inicia la floración entre los cinco y los ocho años, a partir de esta fecha comienzan a producir semilla fértil, la cual generalmente presenta latencia, por lo que requiere de tratamientos de escarificación. Es una especie muy resistente a plagas y enfermedades. Por su importancia se han realizado múltiples estudios de mejoramiento genético. (PAUMIER, 1997).

## **2. Balsa (*Ochroma pyramidale*).**

El nombre común más frecuente de esta especie, "balsa", le fue dado por los españoles al observar a los indios fabricar balsas con su madera. Esta madera, que cuando joven es una de las más livianas que se comercializan, se usa para la construcción de botes y cayucos,

canaletas y juguetes. Se ha usado para boyas, flotadores y salvavidas y para flotadores de redes de pesca. También se emplea en la construcción de maquetas de aeromodelismo y arquitectónicas, para tableros contrachapados y para aislamientos de refrigeración y sonido. Es muy buena para la producción de pulpa para papel. También se emplea para dispositivos de resorte o elásticos, como tapón para recipientes muy grandes, asentadores de navajas, moldes, maniqués, figuras esculpidas, protección en el transporte de muebles. Es una de las maderas más empleadas para cajones de transportar alimentos por su ligereza, bajo costo y no tener olor o sabor que transmitir a los alimentos. También por esto se le puede encontrar en todo el mundo en los mercados de frutas, verduras, carne, pescado, productos, lácteos, etc. (BARROSO, BETANCOURT. 1983).

En Ecuador se ha usado para artesanías. De la corteza interna se obtienen fibras para hacer sogas rústicas. La lana que recubre la semilla dentro de los frutos es buena para el relleno de almohadas, colchones, chamarras y bolsas de dormir, pues es suave al tacto y no se pudre fácilmente, así como para flotadores y salvavidas pues flota en el agua. La decocción de la corteza del tronco se toma para bajar la fiebre y si es de la raíz para diarreas y cólicos. La hoja mezclada con aceite de ricino se aplica como loción contra el reumatismo y dolores de las articulaciones. El jugo de la fruta se bebe para combatir infecciones del pecho, bronquitis, tos seca y gripe. La infusión del cocimiento de las flores y la corteza se utiliza en medicina casera en México como emético. (CATIE-OXFORD FORESTRY INSTITUTE. 2003).

Como especie pionera, por su capacidad de autopoda y los usos de su madera es indicada para plantaciones puras o mezcladas con especies como *Cordia alliodora* o *Maclurata tinctoria* al 50 %. Al ser una especie pionera y por sus grandes hojas y rápido desarrollo de una amplia copa se puede usar para estabilizar el suelo y reducir la erosión en zonas abiertas. También se ha usado como especie de sombra o para dar cobertura temporal a cultivos que así lo requieran. Es una especie pionera de crecimiento rápido muy apropiada para plantaciones industriales. Ecuador es actualmente el principal exportador con 80-90% del volumen total exportado. Se usa para la fabricación de manufacturas de madera para exportación. Recientemente se ha incrementado su industrialización y se podría convertir en un importante recurso maderero. Es un indicador de bosques alterados,

sea en forma natural o artificialmente. En Ecuador y Centro América se desarrolla en sitios con elevaciones bajas a medianas desde 0 a 1200 m.s.n.m. (CATIE-OXFORD FORESTRY INSTITUTE. 2003).

**a. Origen.**

Es originaria de las selvas Amazónicas. (USDA. 2002)

**b. Clasificación botánica<sup>2</sup>**

**Reino:** Plantae

**División:** Fanerógama Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Malvales

**Familia:** Malvaceae (Bombacaceae)

**Género:** *Ochroma*

**Especie:** *O. pyramidale*

**Nombre binomial:** *Ochroma pyramidale*

**c. Descripción del cultivo**

*Ochroma pyramidale*, comúnmente llamado *Balsa*, *Lano* o *Balso*. Es un gran árbol de rápido crecimiento, hasta 30 m de altura.

La madera es muy liviana y blanda con un grano abierto de mediano a grueso. La densidad de la madera de balsa. Es un elemento indicador de bosque alterado, ya sea en forma natural o por el hombre. Se localiza principalmente en elevaciones bajas o bajo-medianas con climas húmedos o muy húmedos. (www.herbaria.plants).

---

<sup>2</sup> [www.wikipedia.org/wiki/clase\\_\(biología\)](http://www.wikipedia.org/wiki/clase_(biología))

**e. Requerimientos nutricionales de la balsa y la teca.**

La teca y la balsa pueden remover apreciables cantidades de nutrientes, sin embargo, puede crecer en suelos relativamente infértiles con buena estructura, drenaje, enmiendas y fertilizantes. Se encontró que los requerimientos de nutrientes aumentan con la edad y los requerimientos tienen el siguiente orden  $K > Ca > N > P > Mg$ . Se observa que el mayor requerimiento de nutrientes ocurre a edades mayores a los 9 años, por lo que se espera respuesta a la fertilización en plantaciones adultas (Cuadro 1). (Nwoboshi, 1984).

**Cuadro 1. Fertilización de la balsa y teca.**

<b>Fertilización constante de especies forestales.</b>			
<b>Dosis óptima de aplicación (mg/Kg.)</b>			
<b>Nutriente mineral</b>	<b>Fase de establecimiento</b>	<b>Fase de crecimiento rápido</b>	<b>Fase de endurecimiento</b>
Macronutrientes			
N*	50	150	50
P	100	60	60
K	100	150	150
Ca	80	80	80
Mg	40	40	40
S	60	60	60
Micronutrientes			
Fe	4.00	4.00	4.00
Mn	0.80	0.80	0.80
Zn	0.32	0.32	0.32
Cu	0.15	0.15	0.15
Mg	0.02	0.02	0.02
B	0.50	0.50	0.50
Cl+	4.00	4.00	4.00

**Fuente:** [www.rngr.net/publications/ctnm/espanol/volumen-cuatro/PDF.2003-10-02.0205/at\\_download/file](http://www.rngr.net/publications/ctnm/espanol/volumen-cuatro/PDF.2003-10-02.0205/at_download/file)

**Cuadro 2. Interpretación de análisis químico, físico realizados a los diferentes sustratos en estudio.**

Elemento			Rango	Categoría
pH			<= 4,5 4,6 - 5,0 5,1 - 5,5 5,6 - 5,9 6,0 - 6,5 6,6 - 7,3 7,4 - 7,8 7,9 - 8,4 8,5 - 9,0 > 9	extremadamente ácido muy fuertemente ácido fuertemente ácido moderadamente ácido ligeramente ácido neutro ligeramente alcalino moderadamente alcalino fuertemente alcalino muy fuertemente alcalino
Elemento	MO %	N %	P (mg/kg.)	Categoría
Rango	<= 5,0 5,1 - 10,0 >= 10,1	0 - 10 11, - 20 21 - 35 36 - 80 > 81	<= 5 5,1 - 10 10,1 - 20 20,1 - 30 >= 30,1	Muy bajo Bajo Medio Alto Muy alto
Elemento	K (mg/kg.)	Ca (mg/kg.)	Mg (mg/kg.)	Categoría
Rango	<= 50 50,1 - 100 100,1 - 180 180,1 - 250 >= 250	<= 2,0 2,01 - 5 5,01 - 9 9,01 - 14 >= 14,1	<= 0,25 0,26 - 0,5 0,51 - 1,0 1,01 - 1,8 >= 1,81	Muy bajo Bajo Medio Alto Muy alto
Elemento	K (mg/kg.)	Na (mg/kg.)	Cu (mg/kg.)	Categoría
Rango	<= 0,12 0,13 - 0,25 0,26 - 0,51 0,52 - 0,64 >= 0,65	<= 0,15 0,16 - 0,2 0,21 - 0,3 0,31 - 0,4 >= 0,41	<= 0,1 0,1 - 0,3 0,3 - 0,5 > 0,5	Muy bajo Bajo Medio Alto Muy alto
Elemento	Zn (mg/kg.)	Fe (mg/kg.)	Mn (mg/kg.)	Categoría
Rango	< 0,25 0,25 - 0,5 0,50 - 1 > 1,01	< 1 1,0 - 2,5 2,6 - 4,5 > 4,5	< 0,2 0,2 - 0,5 0,6 - 1 > 1	Muy bajo Bajo Medio Alto Muy alto

Fuente: [www.laboratoriosuelosinia.cl/in\\_q\\_s.htm](http://www.laboratoriosuelosinia.cl/in_q_s.htm)

## B. CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS.

Los derrames de petróleo y sus derivados en el ámbito mundial, han provocado una severa contaminación del suelo y de los cuerpos de agua. Estos compuestos son tóxicos para los seres vivos ya que son mutagénicos y carcinogénicos (Flores y col, 2001).

La contaminación por petróleo se caracteriza por su persistencia en el ecosistema, a pesar de los procesos de degradación natural y/o antrópica a que puedan ser sometidos. La contaminación por hidrocarburos tiene un pronunciado efecto sobre las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de un suelo, pudiendo impedir o retardar el crecimiento de la vegetación sobre el área contaminada (Lieth y Markert, 1990).

## **1. La Contaminación de los Suelos por Hidrocarburos.**

La cantidad de suelo contaminado en Refinería Ecuatorianas es de 120 000 m<sup>3</sup>, de acuerdo a lo establecido en la auditoría de la ESPOL realizada en 2008, que deberán ser Remediados. (Petroindustrial folletos divulgativos 2009)

Según (Ambiente 2009).El manejo inadecuado de los materiales y residuos peligrosos ha generado a escala mundial, un problema de contaminación de suelos, aire y agua. Entre las más severas contaminaciones se destacan las que se produjeron y todavía se producen a causa de la extracción y el manejo del petróleo en todos los países productores de hidrocarburos.

En nuestro país, el transporte de crudo y sus derivados se ha visto afectado considerablemente durante los últimos 18 años, por la negligencia contra los oleoductos e instalaciones petroleras. (Luque y otros, 1995).

En el suelo los hidrocarburos impiden el intercambio gaseoso con la atmósfera, iniciando una serie de procesos físico-químicos simultáneos como evaporación y penetración, que dependiendo del tipo de hidrocarburo, temperatura, humedad, textura del suelo y cantidad vertida puede ser más o menos lenta, ocasionando una mayor toxicidad, además de tener una moderada, alta o extrema salinidad, dificultando su tratamiento. Altos gradientes de salinidad pueden destruir la estructura terciaria de las proteínas, desnaturalizar enzimas y deshidratar células, lo cual es letal para muchos microorganismos usados para el tratamiento de aguas y suelos contaminados. En la presente revisión se analiza la biorremediación como una alternativa, saludable. Frente al deterioro progresivo de la calidad del medio ambiente por el derramamiento de crudos, esta problemática genera una amenaza real a la salud pública, así como la extinción de gran cantidad de especies vegetales y animales. (Santschi, P. H. 2005).

**Cuadro 3. Rango de clasificación de contaminación de suelos por hidrocarburos.**

<b>Clase</b>	<b>Rangos (mg/Kg)</b>
Nula	0-199
Media	200-1200
Pesada	1201-3000
Muy pesada	>3000

Fuente: Navarrete, M. (2005).

**a. Determinación del origen de la contaminación.**

Características de la actividad que da origen a la contaminación, planos de las instalaciones, estudios previos efectuados al área en evaluación (estudios ambientales, mediciones del nivel freático, composición del suelo del área, entre otros), determinación básica del contaminante (si el contaminante es materia prima, producto, subproducto o desecho del proceso), localización de las fuentes de contaminación (superficial o subterránea), tiempo transcurrido desde el inicio de la contaminación y de la verificación del mismo. (Petroindustrial folletos divulgativos 2009)

**b. Diagnóstico de la contaminación in situ**

El diagnóstico in situ permite obtener información de manera simple y rápida de la contaminación del suelo. Dos métodos de diagnósticos in situ más comunes son los geoelectrónicos y la gasometría, los mismos permiten detectar los niveles de concentración de los contaminantes. Dependiendo de la naturaleza de la contaminación se emplearán otro tipo de métodos descritos en la literatura y aprobados por la entidad ambiental de control. (Petroindustrial folletos divulgativos 2009)

**2. La Biorremediación.**

La biorremediación es una alternativa saludable. Las prácticas de biorremediación consisten en el uso de microorganismos como plantas, hongos, bacterias naturales o modificadas genéticamente para neutralizar sustancias tóxicas, transformándolas en

sustancias menos tóxicas o convirtiéndolas en inocuas para el ambiente y la salud humana. (ARPEL. 1997).

**a. Clasificación de la biorremediación.**

La biorremediación puede clasificarse de acuerdo al organismo que efectúe la degradación del compuesto xenobiótico (se aplica a los compuestos cuya estructura química en la naturaleza es poco frecuente o inexistente debido a que son compuestos sintetizados por el hombre en el laboratorio). La fitorremediación, es el uso de plantas para la remoción de contaminantes de suelo y aguas, es una técnica apropiada para la remoción de metales pesados. Sin embargo, no se conoce sobre la habilidad de esta en el tratamiento de suelos con contaminantes orgánicos persistentes, un ejemplo lo constituye la especie *Thlaspica urulencens* (es una especie de angiospermas perteneciente a la familia Brassicaceae) en suelos contaminados con zinc y cadmio donde se encontró que los eliminaba del suelo agrícola. (ARPEL. 1997).

Así mismo, existen animales que actúan como agentes descontaminantes, ya que pueden desarrollarse en medios con fuerte toxicidad y poseen en su interior microorganismo capaces de retener metales pesados; tal es el caso de la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*) la cuál absorbe los contaminantes a través de los tejidos y los acumula en las vías digestivas. (Belloso C. 1998).

Las bacterias son las más empleadas en el proceso de biorremediación, aunque también se han empleado otros microorganismos como hongos, algas, Cianobacterias y Actinomicetes para la degradación de compuestos tóxicos en el suelo.

La biorremediación del suelo, puede ser dividida en estrategias in situ y ex situ. In situ corresponde a la biorremediación referente a tratamientos que no requieren excavación del suelo contaminado; ex situ es un método donde se excava el suelo o el material a tratar y se le maneja en un sistema controlado como una celda de landfarming (también conocido como tratamiento en tierra, consiste en la aplicación controlada de residuos sobre el suelo),

lográndose una degradación biológica y química de los mismos, o algún tipo de biorreactor. [www.unicolmayor.edu.co](http://www.unicolmayor.edu.co)

Las técnicas de biorremediación in situ presentan una mayor ventaja sobre las ex situ por el menor costo y la disminución de la generación de residuos a eliminar en la superficie. La biorremediación in situ es la más aplicada y utiliza microorganismos autóctonos, estos en el suelo pueden degradar un gran número de constituyentes de lodo pero su eficacia y su población son afectadas cuando algunos contaminantes tóxicos están presentes en altas concentraciones. La reintroducción de microorganismos aislados de un sitio contaminado ayuda a resolver este problema ya que los microorganismos pueden degradar los constituyentes y tiene una gran tolerancia a la toxicidad. (Belloso C. 1998).

**b. Los métodos, más empleados en biorremediación son:**

Biofiltración, en esta entra el aire contaminado a unos biorreactores en los cuales la flora microbiana degrada los contaminantes volátiles en dióxido de carbono, agua y biomasa, Bioventing, el cuál es un proceso de biorremediación in situ que consiste en la ventilación forzada del suelo mediante la inyección de O<sub>2</sub> en la zona no saturada con pozos de inyección; debido a la aireación se va a favorecer la degradación de los hidrocarburos por volatilización y migración de la fase más volátil del contaminante, y por biodegradación, ya que al incrementar la oxigenación del suelo se va a estimular la actividad microbiana, el Biosparging es un método in situ que combina el efecto de la ventilación con la utilización de los microorganismos autóctonos para degradar compuestos orgánicos absorbidos por el suelo en la zona saturada. En este el aire y los nutrientes se inyectan en la zona saturada para mejorar la actividad de los microorganismos presentes. Esta técnica se utiliza para la degradación de compuestos orgánicos en el suelo y aguas subterráneas, las biopilas, son un tipo de biorremediación de tipo ex situ en condiciones no saturadas, consiste en la reducción de la concentración de contaminantes derivados del petróleo de suelos excavados mediante el uso de la biodegradación. La técnica consiste en la formación de pilas de material biodegradable de dimensiones variables formadas por suelos contaminados y materia orgánica, compost, en esta se aplica una aireación activa volteando

la pila o pasiva por tubos de aireación. Este principio se puede aplicar a la mayoría de los compuestos orgánicos siendo más eficaz en los ligeros. (Bavière, M. y otros.1993).

Entre los factores que influyen en la aplicación de esta técnica se destacan: los hidrocarburos deben ser no halogenados (hidrocarburos que no contienen algún hidrógeno de la molécula sustituido por algún átomo del grupo de los halógenos flúor, cloro, bromo o yodo) con concentraciones en suelo menores a 50.000ppm, superficie de trabajo relativamente grandes, necesidad de una población microbiana mayor a 1000UFC (Unidades Formadoras de Colonias) por gramo de suelo. (Bavière, M. y otros.1993).

La atenuación natural, es una técnica de biorremediación in situ de bajo costo, su característica principal es la utilización de los procesos físico - químicos de interacción contaminante suelo y los proceso de biodegradación tienen lugar de forma natural. Estos procesos se conocen como procesos de biotransformación natural, que van a reducir la concentración de los contaminantes. Entre ellos se encuentra la dilución, la dispersión, volatilización, adsorción, biodegradación y las reacciones químicas que se producen en el suelo. (Bavière, M. y otros.1993).

### **C. SUELOS NO IMPACTADOS.**

El suelo ha sido comparado con un laboratorio químico muy complicado, donde tienen lugar un gran número de reacciones que implican a casi todos los elementos químicos conocidos. Algunas reacciones se pueden considerar sencillas y se comprenden con facilidad, pero el resto son complejas y de difícil comprensión. En general los suelos se componen de silicatos con complejidades que varían desde la del sencillo óxido de silicio cuarzo hasta la de los silicatos de aluminio hidratado, muy complejo, encontrados en los suelos de arcilla. Los elementos del suelo más importantes para la nutrición de las plantas incluyen el fósforo, el azufre, el nitrógeno, el calcio, el hierro y el magnesio. Investigaciones recientes han mostrado que las plantas para crecer también necesitan cantidades pequeñas pero fundamentales de elementos como boro, cobre, manganeso y cinc. Las plantas obtienen nutrientes de los coloides del suelo, partículas diminutas parecidas a la arcilla que se mezclan con el agua, aunque no se disuelven en ella. Se

forman como producto de la meteorización física y química de minerales primarios. Consisten en cantidades variables de óxidos hidratados de hierro, aluminio y silicio y de minerales cristalinos secundarios como la caolinita y la montmorillonita. Los coloides tienen algunas propiedades físicas marcadas que afectan fuertemente las características agrícolas de los distintos suelos. Los suelos de las regiones con precipitación escasa y poca agua subterránea están sometidos a lixiviación moderada y, por tanto, contienen gran cantidad de compuestos originales, como calcio, potasio y sodio. Los coloides de este tipo se expanden en gran medida cuando se mojan y tienden a dispersarse en el agua. Al secarse toman una consistencia gelatinosa y pueden, tras un secado adicional, formar masas impermeables al agua.

Donde el terreno queda cubierto por bosques, los coloides inorgánicos y orgánicos penetran en la tierra transportados por agua subterránea después de lluvias o inundaciones; forman una capa concentrada en la parte inferior del suelo y consolidan otras partículas de él para producir una masa densa y sólida. Una de las características importantes de las partículas coloidales es su capacidad para participar en un tipo de reacción química conocida como intercambio de bases. En esta reacción un compuesto cambia al sustituir uno de sus elementos por otro. Así, los elementos que estaban ligados a un compuesto pueden quedar libres en la solución del suelo y estar disponibles como nutrientes para las plantas. Cuando se añade a un suelo materia fertilizante como el potasio, una porción del elemento requerido entra en la solución del suelo de forma inmediata, y queda disponible, mientras que el resto participa en el intercambio de bases y permanece en el suelo incorporado a los coloides. Uno de los ejemplos de intercambio de bases más simple y valioso para la agricultura es la reacción que se produce cuando la caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) se utiliza para neutralizar la acidez. La acidez del suelo, que puede definirse como la concentración de iones de hidrógeno, afecta a muchas plantas; las legumbres, por ejemplo, no pueden crecer en un terreno ácido. (Microsoft ® Encarta ® 2009).

## **D. PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS.**

### **1. Pre tratamiento de semillas.**

Antes de sembrar, algunas semillas necesitan un tratamiento para “despertar” y así dar una germinación más pareja. Algunos de los tratamientos más usados en vivero para esto son: remojo en agua tibia (como para el mate), dejándola enfriar y sacándolas a las 8 o 12 horas; lijado (pasada rápida sobre un papel de lija medio) y sacudida con arena en un tarro. Todos estos tratamientos intentan apurar la entrada de agua en la semilla, para que se hinche y germine. (PAUMIER, 1997)

En el caso de las estacas, es bueno darles un lavado con agua, para retirar algunas sustancias que elabora la planta y que a veces frenan la salida de raíces. Otra buena opción es remojarlas durante unas horas antes de plantar en una mezcla de lombri compuesto fresco con agua. El lombri compuesto tiene hormonas que ayudan a que las raíces crezcan más rápido y mejor. (PROTECCIÓN AMBIENTAL 2005)

### **2. Germinación de la semilla de las especies forestales.**

Se llama germinación al proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla no ha sido transportada hasta un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua y oxígeno y temperatura apropiada. Cada especie prefiere para germinar una temperatura determinada; en general, las condiciones extremas de frío o calor no favorecen la germinación. Algunas semillas necesitan también un tiempo determinado de exposición a la luz para iniciar la germinación. (Microsoft ® Encarta ® 2009).

### **3. Envases y enfundado**

El envase tiene la función que retener el sustrato hasta que la planta crezca. Tiene que tener agujeros en la base para dejar salir el agua, así no se pudren las raíces. Hay muchos tipos

de envase, pero los más comunes en los viveros son las bolsas de plástico. Vienen de diferentes tamaños y espesor. Los viveros de gran escala usan unas bandejas de plástico duro, que se pueden usar muchas veces (varios años). Las botellas descartables de gaseosa son una buena opción para envase. Muchos otros materiales pueden utilizarse para envases: sachets de leche o yogur, latas, cañas bambú, etc. Sea cual sea el que se elija, debemos asegurarnos de que la planta tenga el espacio necesario para sus raíces. Como orientación, un plantín de algarrobo de 6 meses necesita un envase de medio litro de capacidad. Si el envase queda chico y las plantas van a seguir en el vivero, debemos trasplantarlas a envases más grandes, porque si no la planta se debilita y puede enfermarse.

Cuando las plantitas tienen unos 5 a 8 cm de alto, deben trasplantarse a los envases, para que tengan buen espacio para crecer. Este trabajo es muy delicado y las plantitas sufren mucho. El almácigo debe regarse bien el día anterior para que las plantas “carguen” agua, y se ablande el terreno. Es mejor trasplantar al atardecer, para que las plantitas se recuperen por la noche. Con una cuchara o cuchillo se saca la planta, tirándola despacio de las hojas. Si la raíz es muy larga (más que el envase) se poda con una tijera. (PAUMIER, 1997)

Según, AMBIENTE (2009). En el envase cargado se hace un hoyo del largo de la raíz, y se mete la plantita, hasta la misma profundidad que estaba en el almácigo, sin doblar la raíz. Se apisona desde los costados del hoyo para ceñir bien la raíz con el sustrato. Para tener éxito en el trasplante debemos:

- Cuidar las raíces del sol y el viento.
- Colocar la raíz bien derecha en el hoyo.
- Ceñir bien la raíz, sin dejar huecos.
- Enterrar la raíz a la misma profundidad que tenía en el almácigo; ni más, ni menos.
- Dejar bien plano el sustrato en el envase, sin un hoyo alrededor del tallo.

[www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PNBM/File/TCP/cartilla\\_9.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PNBM/File/TCP/cartilla_9.pdf)

#### **4. La siembra.**

Hay dos modos de siembra: la siembra en almácigos y la siembra directa. La siembra en almácigos se usa cuando la semilla es muy chica, o de mala calidad (mal conservado, vieja, etc.), porque no sabemos bien cuántas van a germinar. Después de que las plantitas tienen cierta altura, hay que trasplantarlas a los envases. (AMBIENTE 2009)

En la siembra directa las semillas se colocan directamente en el envase, ahorrando el trabajo de trasplante. Se usa cuando la germinación es buena y cuando las especies son delicadas para trasplantar. Si no se está seguro de la calidad de la semilla, se pueden colocar tres o más por envase; pero si germina más de una deben cortarse y dejar una sola planta. (PAUMIER, 1997)

Para los dos tipos de siembra, el sustrato (del almácigo o el envase) debe estar humedecido. Las semillas se colocan y se tapan con el mismo sustrato, quedando como máximo a una profundidad del doble del tamaño de la semilla. Las semillas poco tapadas pueden quedar al aire con el riego y secarse; las semillas muy tapadas gastarán toda su energía tratando de salir y no podrán lograrlo. Para evitar que se haga una costra, se coloca una cobertura de pasto seco. (AMBIENTE 2009)

Plantación de estacas. Las estacas deben enterrarse en el mismo sentido que la estaca tenía en el árbol madre. Deben enterrarse más o menos hasta la mitad. Si se pone muy profunda, pueden podrirse, sin que crezca el tallo. Si se ponen muy arriba, pueden secarse y voltearse por la falta de raíces. (PROTECCIÓN AMBIENTAL 2005)

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS.**

##### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.**

###### **1. Localización.**

La presente investigación se realizó en la Estación Sacha Central, Operaciones Río Napo, Compañía de Economía Mixta, recinto La Parker, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana.

###### **2. Ubicación geográfica<sup>3</sup>.**

Latitud: 266908 UTM.

Longitud: 9935712 UTM

Altitud: 270 msnm

###### **3. Condiciones climatológicas<sup>4</sup>**

Temperatura media anual 27°C

Humedad relativa anual 94%

Heliofanía media anual 960 horas luz/año

Precipitación media anual 3499.3 mm/año

###### **4. Clasificación ecológica<sup>5</sup>.**

Según Holdridge (1987) la zona de vida donde se realizará el estudio pertenece a la condición bioclimática de Bosque húmedo tropical (bhT) y Bosque muy húmedo tropical (bmhT).

---

<sup>3</sup>Universal Transversa de Mercator

<sup>4</sup>Datos registrados por la Estación Meteorológica del Aeropuerto de Nueva Loja (Lago Agrio). Promedio de 10 años (1997 – 2007).

<sup>5</sup>Clasificación Ecológica de Holdridge.

## **B. MATERIALES.**

### **1. Materiales para campo.**

Semilla certificada de teca y balsa, papel germinador, computador, azadones, baldes plásticos, carretillas, flexómetro, martillos, mascarillas, palas, rastrillos regaderas, seguetas, kooller (termo), regla transparente, cámara fotográfica, calibrador (pie de rey), balanza, envases para semilla, fundas plásticas, jabas, mangueras, material de oficina, sacos, sarán, guantes, piola, postes, clavos, calculadora, GPS, vehículo,

## **C. METODOLOGÍA.**

### **1. Tratamientos en estudio.**

#### **1) Materiales de experimentación.**

Los materiales que se utilizarán en este proyecto son:

- Material vegetativo: Semillas de especies forestales Teca y Balsa.
- Sustratos: Suelo (contaminado con hidrocarburos, biorremediado y no contaminado).

#### **2) Factores en estudio.**

##### **Factor A**

A1: Teca

A2: Balsa

##### **Factor B**

B1: S1 Suelo contaminado con hidrocarburos.

B2: S2 Suelo biorremediado.

B3: S3 Suelo no contaminado.

### 3) Unidad de observación.

**Cuadro 4. Tratamientos en estudio.**

<b>Código</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
A1B1	T1	Teca + Suelo contaminado con hidrocarburos
A1B2	T2	Teca + Suelo biorremediado.
A1B3	T3	Teca + Suelo no contaminado.
A2B1	T4	Balsa + Suelo contaminado con hidrocarburos.
A2B2	T5	Balsa + Suelo biorremediado.
A2B3	T6	Balsa + Suelo no contaminado.

Fuente: SARANGO C. 2010

#### 1. Tipo de diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo combinatorio con dos especies forestales, tres sustratos y tres repeticiones.

##### a. Análisis Estadístico.

**Cuadro 5. Análisis de varianza**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	( n-1 )	2
Tratamientos	( t-1 )	5
Especies Arbóreas (A)	A - 1	1
Sustratos (B)	B - 1	2
Interacción (AB)	(a-1)(b-1)	2
Error	5 gl t * 2 gl n	10
<b>Total</b>		17

Fuente: SARANGO C. 2010

## **b. Análisis funcional**

El coeficiente de variación se expresó en porcentaje y se realizó la prueba de Tukey al 5%.

## **D. DATOS A REGISTRARSE.**

- 1) Porcentaje de germinación de semillas.
- 2) Porcentaje de emergencia.
- 3) Número de hojas en las plántulas de las especies en estudio.
- 4) Altura de las especies forestales en estudio.
- 5) Diámetro de las especies en estudio.
- 6) Vigorosidad.
- 7) Ataque de plagas.

## **E. ESPECIFICACIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL.**

### **1. Características del campo experimental**

- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 18

### **2. Bloques.**

- Forma del bloque: rectangular
- Ancho del bloque: 1.10 m
- Largo del bloque: 6.10 m
- Área neta del bloque por tratamiento: 6,71 m<sup>2</sup>
- Número de plantas por bloque neta: 1800
- Número de plantas evaluadas 10
- Distancia entre bloque: 1 m
- Área total del ensayo: 44.53 m<sup>2</sup>

## **F. Manejo del ensayo.**

### **1. En laboratorio.**

#### **a. Semillas forestales.**

- Para la semilla de balsa se realizó un tratamiento que consistió en remojar 48 horas en agua tibia, luego se las colocó en papel germinador húmedo para introducirlas al germinador a 25 °C por 4 días, decisión tomada en función de resultados obtenidos de tratamientos previos a la investigación.
- Para la semilla de la especie forestal teca se realizó una escarificación mecánica con lija, luego se remojó en agua tibia por 48 horas. Transcurrido este tiempo se colocó las semillas en papel germinador húmedo para luego introducirlas al germinador a 25 °C por 10 días, decisión tomada en función de resultados obtenidos de tratamientos previos a la investigación.
- El porcentaje de germinación de semillas, se evaluó realizando 3 repeticiones para la balsa y teca respectivamente, los datos se tomaron diariamente hasta culminar con la germinación total de las semillas.

### **2. Fase en el campo.**

#### **a. Suelo.**

Para cumplir con todos los objetivos planteados se procedió hacer las siguientes actividades:

- Para suelo contaminado y biorremediado la muestra se obtuvo de la Estación Sacha Central en la Planta de Tratamiento, el suelo no contaminado se trasladó desde la Reserva Natural de la Estación Científica de la Región Amazónica del INIAP.

Se homogenizaron las muestras para obtener los siguientes sustratos:

- Sustrato 1 = S1 = suelo contaminado con hidrocarburos.
- Sustrato 2 = S2 = suelo biorremediado.
- Sustrato 3 = S3 = suelo no impactado.

Se procedió a recoger un kilogramo de cada sustrato, luego se colocó en un Kooller, lo que nos sirvió para realizar el análisis de macronutrientes, micronutrientes, potencial hidrógeno (pH) e hidrocarburos totales presentes (TPH). Esto se efectuó en Laboratorio de Suelos, Aguas (LABSU) (Cuadro 5).

- b.** Con cada uno de los sustratos en estudio se procedió a llenar 1800 fundas.
- c.** Se realizó la siembra de las semillas germinadas las fundas que contienen los diferentes sustratos las mismas que fueron 100 semillas germinadas por tratamiento y 600 por repetición.
- d.** El porcentaje de emergencia se evaluó a los 5, 15 y 30 días después de la siembra, para esto se contaron las plantas emergidas.
- e.** La medición de la altura de las especies forestales se evaluó a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra. Este parámetro se tomó en cm con una regla transparente.
- f.** La medición del diámetro se evaluó a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, esto se realizó con la ayuda del calibrador electrónico el mismo que nos proporciona el dato en mm.
- g.** El número de hojas se evaluó a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra lo cual se realizó contando las hojas de cada planta monitoreada.
- h.** La vigorosidad se evaluó a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra. De manera visual y con los parámetros estipulados (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Escala de vigorosidad.**

<b>Rango</b>	<b>Interpretación</b>
1 – 3	Bajo
3,1 – 6	Medio
6,1 – 9	Alto
> 10	Excelente

**Fuente:** Informe técnico SEMILLAS Y BOSQUES MEJORADOS S.A.1991

- i. El ataque de plagas fue evaluado en base a la presencia o no de estas. Se verificó a través de la observación directa para ser interpretadas según el cuadro (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Escala de incidencia de plagas.**

<b>Rango</b>	<b>Interpretación</b>
1 – 3	Bajo
3,1 – 6	Medio
6,1 – 9	Alto
> 10	Muy alto

**Fuente:** Informe técnico SEMILLAS Y BOSQUES MEJORADOS S.A. 1991

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### A. ANÁLISIS DE SUELO (Anexo 2).

**Cuadro 8. Análisis químico, físico e hidrocarburo realizado a los diferentes sustratos en estudio.**

Variables	Unidad	Muestra					
		Sustrato contaminado		Sustrato biorremediado		Sustrato no contaminado	
<b>Químico</b>			<b>Nivel</b>		<b>Nivel</b>		<b>Nivel</b>
pH		6,31	Ligeramente ácido	6,67	Neutro	5,5	Fuertemente ácido
Materia orgánica	%	4,96	Bajo	5,06	Medio	1,4	Bajo
Carbono orgánico total	%	2,88	Bajo	2,93	Medio	0,86	Bajo
Nitrógeno total	%	0,25	Bajo	0,25	Bajo	0,07	Bajo
Fosforo	mg/kg	45,77	Muy alto	92,47	Muy alto	12,77	Medio
<b>Hidrocarburos totales</b>							
Hidrocarburos totales	<b>mg/Kg)</b>	84600,43	Muy pesado	39857,85	Muy pesado	< 50	Nulo
<b>Micronutrientes</b>							
Calcio	mg/kg	4014,16	Muy alto	3158,57	Muy alto	849,47	Muy alto
Potasio	mg/kg	97,48	Bajo	470,29	Muy alto	76,29	Bajo
Magnesio	mg/kg	446,87	Muy alto	386,27	Muy alto	183,02	Muy alto
Sodio	mg/kg	17,79	Muy alto	26,65	Muy alto	45,06	Muy alto
Manganeso	mg/kg	196,34	Alto	145,32	Alto	74,27	Alto
Zinc	mg/kg	63,24	Alto	11,77	Alto	3,88	Alto
Cobre	mg/kg	37,96	Alto	12,8	Alto	6,22	Alto
Hierro	mg/kg	1870,31	Alto	916,32	Alto	157,89	Alto
<b>Físico</b>							
Humedad	%	48,3		45,6		56,3	
Arena	%	46		1		7	
Limo	%	29		66		19	
Arcilla	%	25		33		74	
Tipo de suelo	%	Franco arcillo arenoso		Franco arcillo limoso		Suelo arcilloso	

**Fuente:** Datos registrados por el laboratorio responsable, 2010

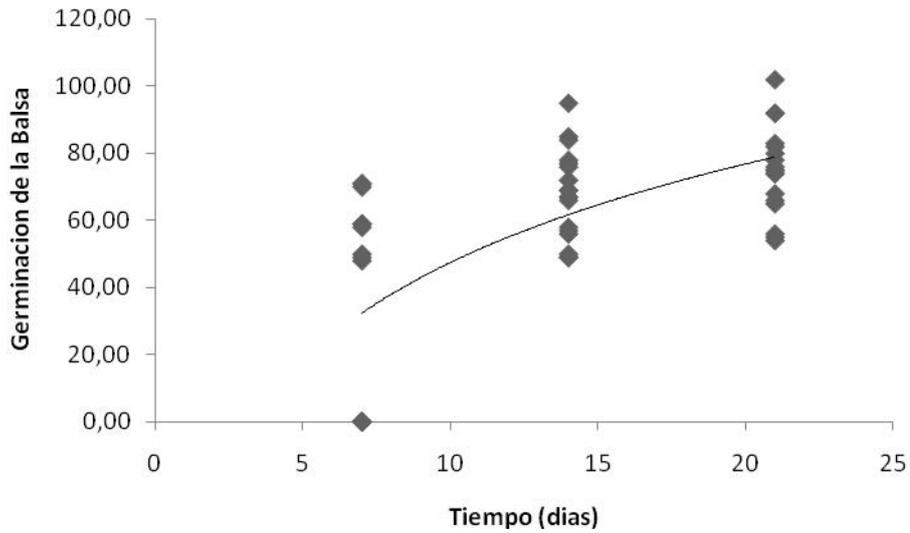
**Elaboración:** LABSU 2011.

Los resultados del análisis de suelo ejecutado en los diferentes sustratos utilizados en la realización de este ensayo nos muestran que el sustrato contaminado es franco arcillo arenoso, sustrato biorremediado es franco arcillo limoso, mientras que el sustrato no contaminado es arcilloso. El pH para los sustratos en estudio presenta para el contaminado con un valor de 6,31 correspondiente a ligeramente ácido, el sustrato biorremediado con un valor de 6,67 correspondiente a neutro y el sustrato no contaminado con un valor de 5,5 correspondiente a fuertemente ácido. Según [www.fdacm.com/aero/artic/articulo.asp](http://www.fdacm.com/aero/artic/articulo.asp), al pH del suelo que prefiere las especies forestales teca y balsa son ligeramente ácido, con rangos que van de 5.5 a 6.5. Lo que coincide con el pH de los sustratos de la investigación que varían de 5.5 a 6,67. Según Navarrete, M. (2005) Cuando los hidrocarburos totales presentes en el suelo son  $> 3000$  mg/Kg se encuentran en la clase correspondiente a muy pesada (Cuadro 3). Lo que coincide con nuestra investigación que en el sustrato contaminado y biorremediado con una cantidad 84600,43 mg/Kg y 39857,85 mg/Kg respectivamente (Cuadro 8), se encuentran dentro de esta clase de muy pesados que afectan en gran forma al entorno que está constituido por este suelo, pero cabe resaltar que estos suelos ya han sido tratados y los agentes contaminantes ya han sido controlados volviéndolos menos tóxicos para el ambiente y para la vegetación que en este se va a implantar, además estos suelos demuestran un gran aumento de materiales y minerales benéficos para la vegetación. Según el mismo autor cuando los hidrocarburos totales están entre 0 - 199 mg/Kg se encuentran en la clase nula lo que coincide con el sustrato no contaminado que tienen una cantidad  $< 50$  mg/Kg (Cuadro 8).

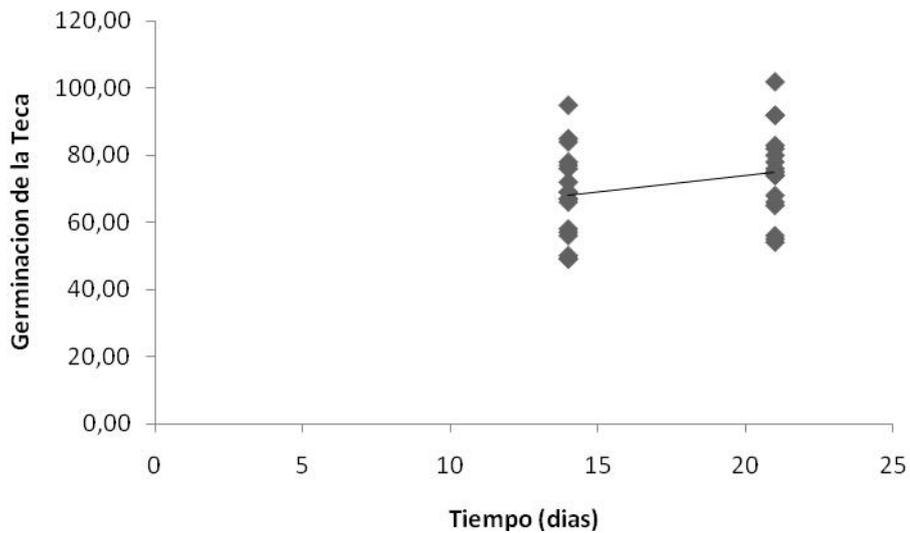
## **B. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.**

### **1. Germinación en el laboratorio.**

Se puede manifestar que desde los 10 a los 15 días la germinación se incrementa en 5.4841 %. A partir de esta fecha, la germinación tiende a reducir su porcentaje, esto se debe a que en la primera etapa esta semilla germina en mayor porcentaje quedando una pequeña cantidad de semillas a germinar luego de los 15 días. (Gráfico 1 - 2) (Anexo 3 - 4).



**Gráfico 1. Porcentaje de germinación en laboratorio de la semilla de Balsa.**



**Gráfico 2. Porcentaje de germinación en laboratorio de la semilla de teca.**

En los tratamientos la germinación se produjo a partir de los 7 días para la especie forestal balsa, mientras que para la teca el proceso de germinación comenzó a los 14 días de haberse efectuado el proceso en el laboratorio. Estos resultados coinciden con los planteados por Betancourt (1999), Fors (1967), Sablón (1984) que expresan que la germinación de las semillas de balsa así como la de teca se inicia entre los 7 y 14 días de sembradas con semillas certificadas.

## C. EMERGENCIA DE LAS ESPECIES FORESTALES EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.

### 1. Emergencia de las especies forestales a los 5 días después de la siembra.

Según el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia a los 5 días después de la siembra (Cuadro 6), presentó para las repeticiones, factor “A”, factor “B” y la interacción un nivel no significativo.

El promedio de emergencia en las especies forestales fue de 96.50 (Anexo 5), mientras que el coeficiente de variación días fue 4.29 % (Cuadro 9).

#### Cuadro 9. Análisis de varianza para el porcentaje emergencia a los 5 días.

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	292,50					
Repeticiones	2	6,33	3,17	0,18	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,06	0,06	0,00	4,96	10,04	ns
Factor B	2	102,33	51,17	2,99	4,10	7,56	ns
Interacción	2	18,78	9,39	0,55	4,10	7,56	ns
Error	10	171,33	17,13				
CV %			4,29				
Media			96,50				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

### 2. Emergencia de las especies forestales a los 15 días después de la siembra.

Según el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia a los 15 días después de la siembra (Cuadro 7), presentó para las repeticiones, factor “A”, factor “B” y la interacción un nivel no significativo.

El promedio de emergencia en las especies forestales fue de 93.89 (Anexo 6) y el coeficiente de variación 4.96 % (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Análisis de varianza para el porcentaje emergencia a los 15 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	349,78					
Repeticiones	2	10,11	5,06	0,23	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,00	0,00	0,00	4,96	10,04	ns
Factor B	2	120,78	60,39	2,79	4,10	7,56	ns
Interacción	2	12,33	6,17	0,28	4,10	7,56	ns
Error	10	216,67	21,67				
CV %			4,96				
Media			93,89				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**3. Emergencia de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

**Cuadro 11. Análisis de varianza para el porcentaje emergencia a los 30 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	422,94					
Repeticiones	2	8,78	4,39	0,17	4,10	7,56	ns
Factor A	1	4,50	4,50	0,17	4,96	10,04	ns
Factor B	2	127,44	63,72	2,45	4,10	7,56	ns
Interacción	2	31,00	15,50	0,60	4,10	7,56	ns
Error	10	260,00	26,00				
CV %			5,54				
Media			92,06				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

Según el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia a los 30 días (Cuadro 11), presentó para las repeticiones, factor "A", factor "B" y la interacción un nivel no significativo.

El promedio de emergencia en las especies forestales fue de 92.06 (Anexo 7) y el coeficiente de variación fue 5.54 % (Cuadro 11).

#### **D. ALTURA DE ESPECIES FORESTALES.**

##### **1. Altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra (Cuadro 12), no presentó diferencias significativas entre repeticiones. Para el factor “A” presentó un nivel significativo, para el factor “B” y la Interacción presento diferencias altamente significativas.

La altura de las especies forestales alcanzó una media general de 1,12 cm. (Anexo 8) y el coeficiente de variación fue 10.96 % (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	1,84					
Repeticiones	2	0,02	0,01	0,83	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,70	0,70	46,52	4,96	10,04	*
Factor B	2	0,80	0,40	26,58	4,10	7,56	**
Interacción	2	0,20	0,10	6,69	4,10	7,56	**
Error	10	0,15	0,01				
CV %			10,96				
Media			1,12				

Fuente: Datos registrados, 2010

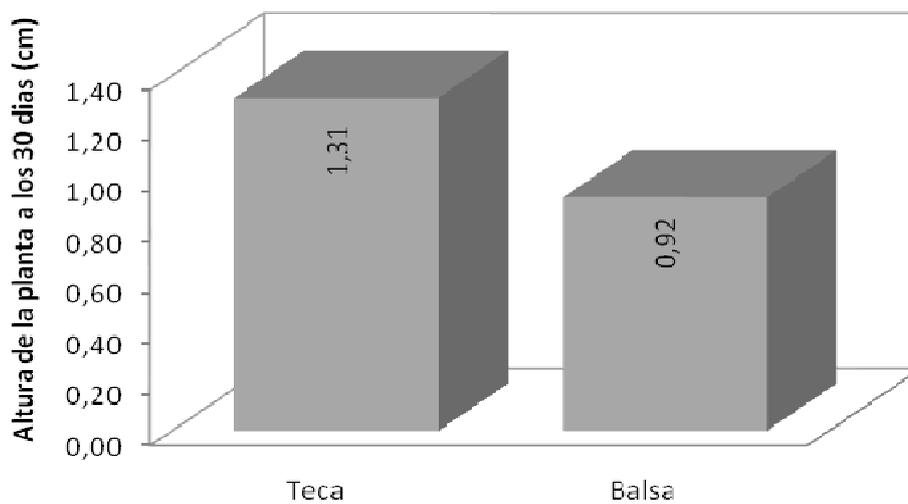
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

Factor A	Media	Rango
Teca (A1)	1,31	a
Balsa (A2)	0,92	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 3. Altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

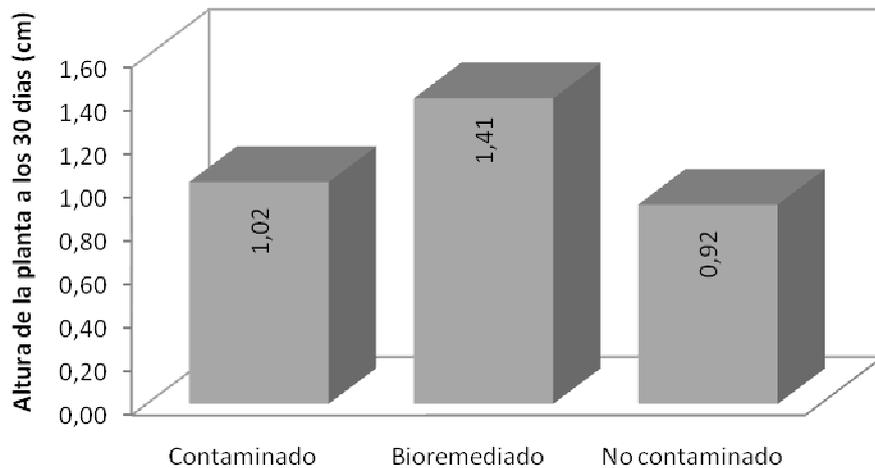
En la prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales a los 30 días, tenemos que la especie forestal teca (A1) con un valor de 1.31 cm. se ubica en el rango “a” y la especie forestal balsa (A2) con un valor de 0.92 cm. se ubica en el rango “b” (Cuadro 13) (Gráfico 3)

**Cuadro 14. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

Factor B	Media	Rango
Biorremediado (B2)	1,41	a
Contaminado (B1)	1,02	b
No contaminado (B3)	0,92	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 4. Altura de las especies forestales en los sustratos a los 30 días después de la siembra.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales a los 30 días el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 1.41 cm. se ubica en el rango “a” y el sustrato no contaminado (B3) con un valor de 0.92 cm. se ubican en el rango “b” (Cuadro 14) (Gráfico 4)

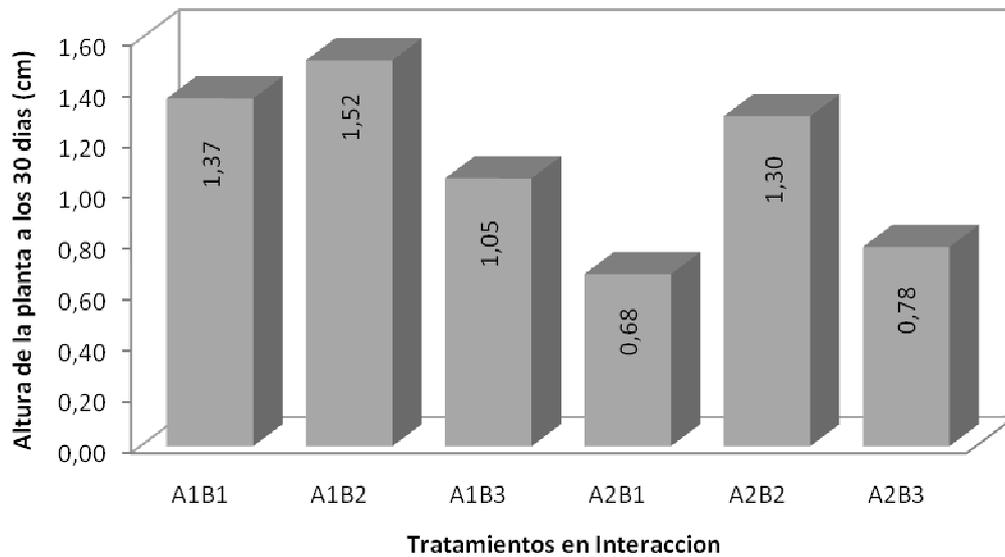
**Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra en la interacción.**

Interacción	Media	Rango
A1B2	1,52	a
A1B1	1,37	ab
A2B2	1,30	ab
A1B3	1,05	b
A2B3	0,78	c
A2B1	0,68	c

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

En la prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales a los 30 días la interacción teca + sustrato biorremediado (A1B2) con un valor de 1.52 cm. se ubica en el rango “a”, mientras que la interacción balsa + sustrato contaminado (A2B1) con un valor de 0.68 cm., se ubican en el rango “c” (Cuadro 15). (Gráfico 5).



**Gráfico 5. Altura de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

**2. Altura de las especies forestales los 60 días después de la siembra.**

**Cuadro 16. Análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	853,47					
Repeticiones	2	1,02	0,51	0,18	4,10	7,56	ns
Factor A	1	79,34	79,34	27,86	4,96	10,04	*
Factor B	2	734,75	367,37	129,02	4,10	7,56	**
Interacción	2	10,91	5,45	1,92	4,10	7,56	ns
Error	10	28,48	2,85				
CV %			20,61				
Media			8,19				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

Según el análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra (Cuadro 16), no presentó diferencias significativas entre repeticiones ni en la interacción. Para el factor “A” presentó un nivel significativo, para el factor “B” altamente significativo.

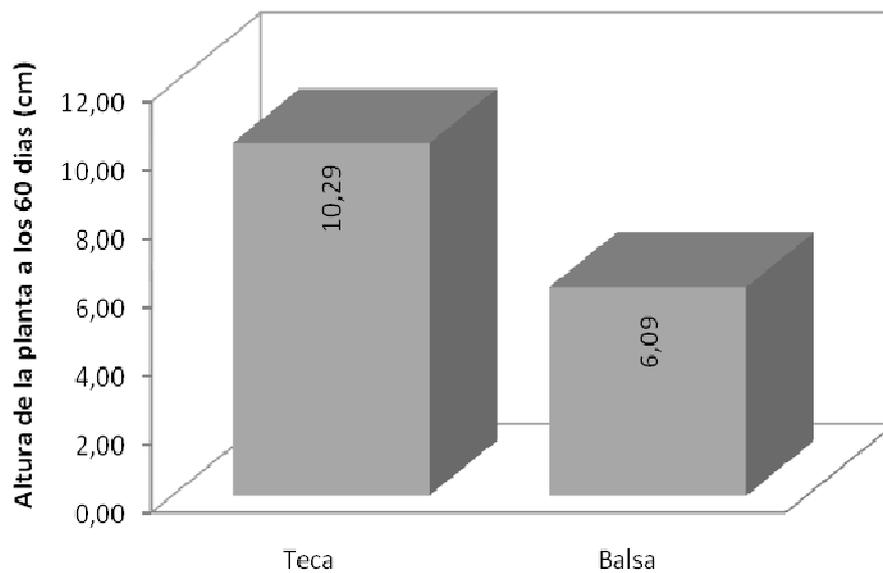
La altura de las especies forestales alcanzó una media general de 8.19 cm. (Anexo 9), y el coeficiente de variación fue 20.61 % (Cuadro 16).

**Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.**

Factor A	Media	Rango
Teca (A1)	10,29	a
Balsa (A2)	6,09	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 6. Altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.**

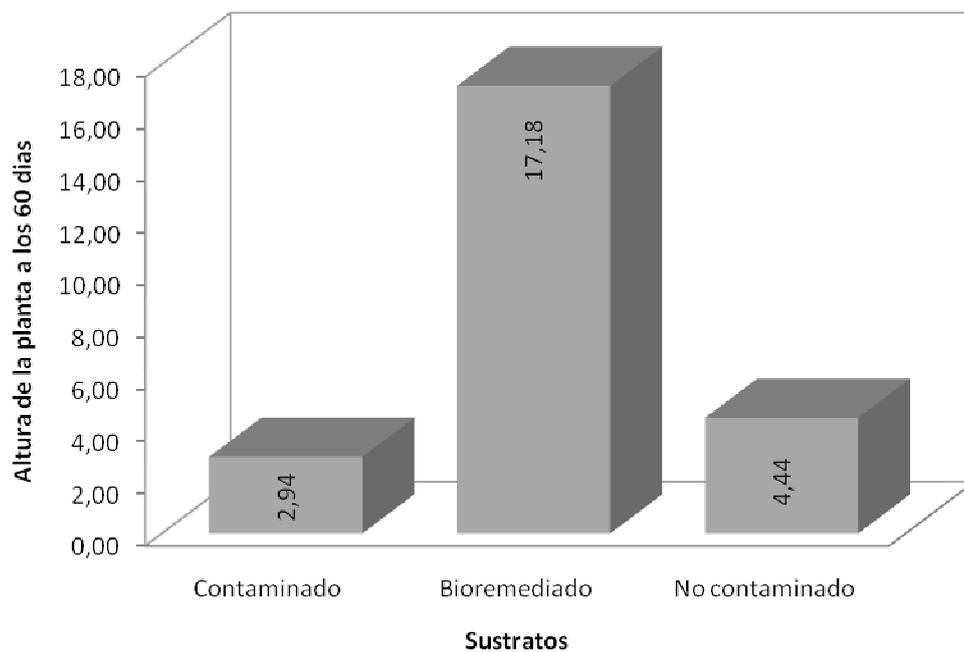
La prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales tenemos, que la especie forestal teca (A1) con un valor de 10.29 cm. se ubica en el rango “a” y la especie forestal balsa (A2) con un valor de 6.09 cm. se ubica en el rango “b” (Cuadro 17) (Gráfico 6).

**Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.**

Factor B	Media	Rango
B2	17,18	a
B3	4,44	b
B1	2,94	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 7. Altura de las especies forestales a los 60 días después de la siembra, factor “B”.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales a los 60 días tenemos el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 17.18 cm se ubica en el rango “a” fue el que mayor altura obtuvo y el sustrato contaminado (B1) con una media de 2.94 cm. se ubican en el rango “b” obteniendo el valor más bajo en altura de planta, comparada con los demás sustratos (Cuadro 18), (Gráfico 7).

### 3. Altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.

Según el análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra (Cuadro 19), no presentó diferencias significativas entre repeticiones. Para el factor “A” presentó un nivel significativo, para el factor “B” y la Interacción presento diferencias altamente significativas.

La altura de las especies forestales, alcanzó una media general de 14.64 cm. (Anexo 10) y el coeficiente de variación fue 16.02 % (Cuadro 19).

**Cuadro 19. Análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	1034,47					
Repeticiones	2	8,94	4,47	0,81	4,10	7,56	ns
Factor A	1	53,22	53,22	9,67	4,96	10,04	*
Factor B	2	835,42	417,71	75,88	4,10	7,56	**
Interacción	2	90,78	45,39	8,25	4,10	7,56	**
Error	10	55,05	5,50				
CV %			16,02				
Media			14,64				

Fuente: Datos registrados, 2010

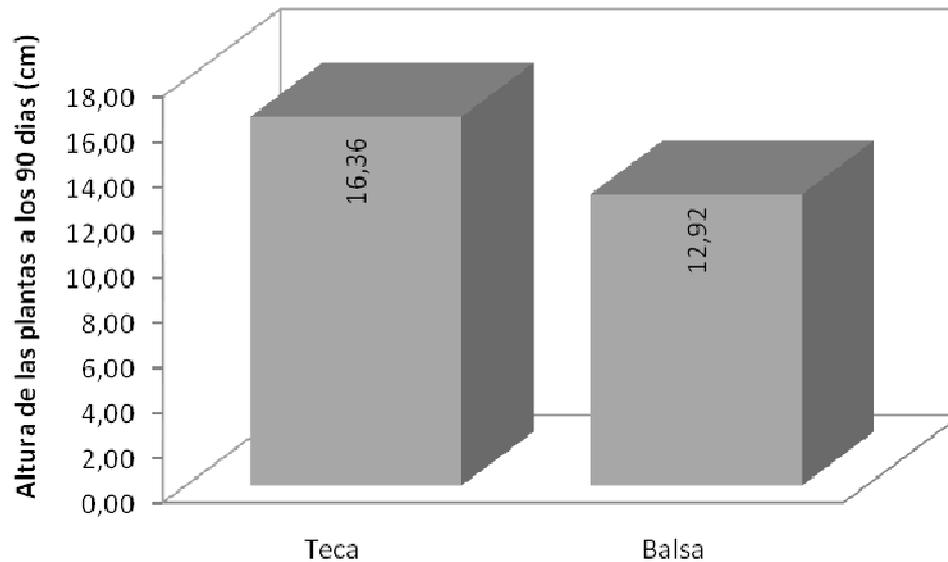
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 20. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 90 días del factor “A”.**

Factor A	Media	Rango
Teca (A1)	16,36	a
Balsa (A2)	12,92	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 8. Altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales a los 90 días tenemos que la teca (A1) con un valor de 16.36 cm. se ubica en el rango “a” y la balsa (A2) con un valor de 12.92 cm se ubica en el rango “b” (Cuadro 20). La teca muestra superioridad en crecimiento frente a la balsa (Gráfico 8).

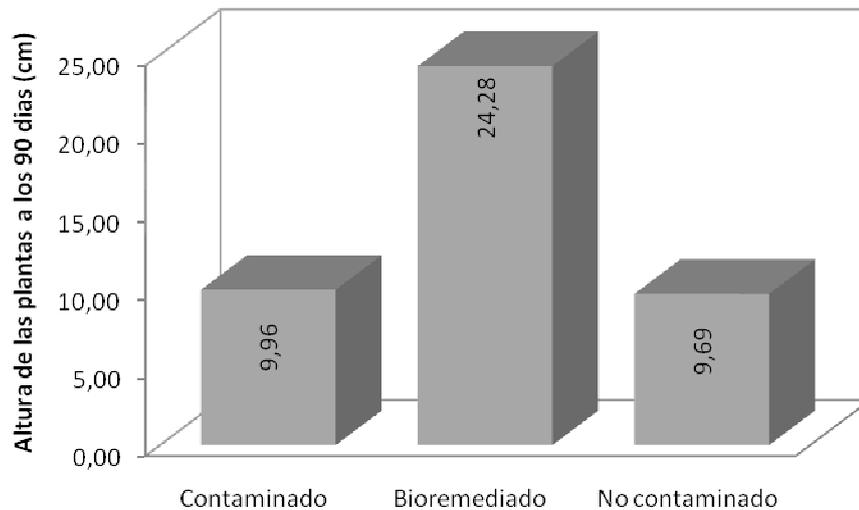
**Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 90 días del factor “B”.**

<b>Factor B</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
Biorremediado (B2)	24,28	a
Contaminado (B1)	9,96	b
No contaminado (B3)	9,69	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

En la prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales a los 90 días tenemos el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 24.28 cm, se ubica en el rango “a” y el sustrato no contaminado (B3) con un valor de 9.69 cm, se ubican en el rango “b” (Cuadro 21). El sustrato biorremediado presenta mejores condiciones para el crecimiento de la especies forestales (Gráfico 9).



**Gráfico 9. Altura de las especies forestales a los 90 días en relación a los sustratos después de la siembra.**

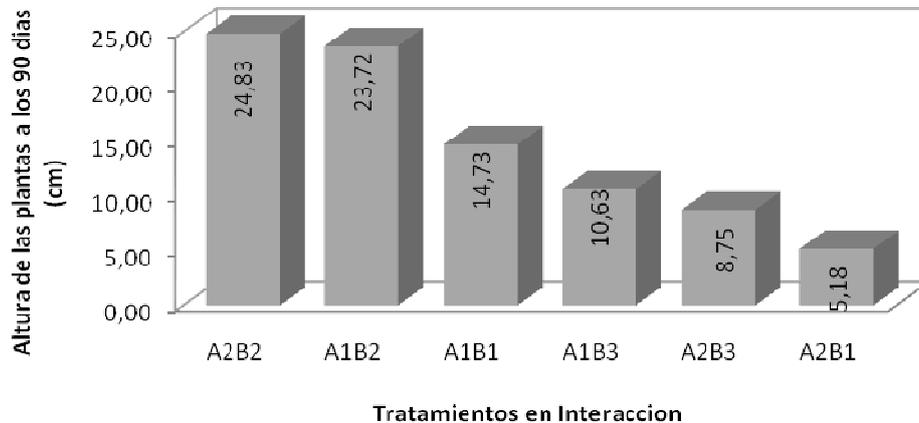
En la prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 90 días tenemos que en las interacciones balsa + sustrato biorremediado (A2B2) con un valor de 24.83 cm. se ubica en el rango “a”; presenta la mayor altura, mientras que la interacción balsa + sustrato contaminado (A2B1) con una altura de 5.18 cm., se ubica en el rango “d” obteniendo el valor más bajo de altura (Cuadro 22) (Gráfico 10).

**Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra en la interacción.**

Interacción	Media	Rango
A2B2	24,83	a
A1B2	23,72	a
A1B1	14,73	b
A1B3	10,63	bc
A2B3	8,75	cd
A2B1	5,18	d

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 10. Altura de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.**

**4. Altura de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianzapara la altura de las especies forestales a los 120 días (Cuadro 23), no presentó diferencias significativas entre repeticiones. Para el factor “A” presentó un nivel significativo, para el factor “B” y la Interacción presento diferencias altamente significativas.

La altura de las especies forestales alcanzó una media general de 25.48 cm. (Anexo 11) y el coeficiente de variación fue 7.03 % (Cuadro 23).

**Cuadro 23. Análisis de varianza para la altura de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	1690,59					
Repeticiones	2	3,79	1,90	0,59	4,10	7,56	ns
Factor A	1	140,00	140,00	43,65	4,96	10,04	*
Factor B	2	1381,16	690,58	215,29	4,10	7,56	**
Interacción	2	137,35	68,68	21,41	4,10	7,56	**
Error	10	32,08	3,21				
CV %			7,03				
Media			25,48				

Fuente: Datos registrados, 2010

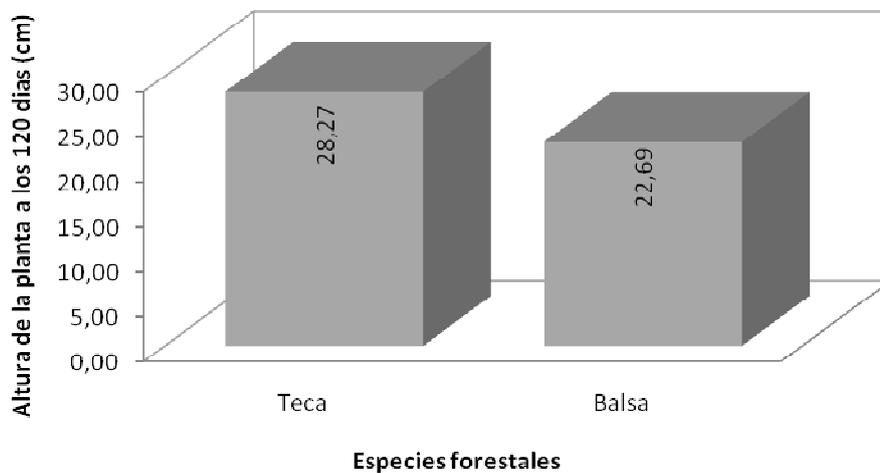
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 120 días del factor “A”.**

Factor A	Media	Rango
Teca (A1)	28,27	a
Balsa (A2)	22,69	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 11. Altura de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.**

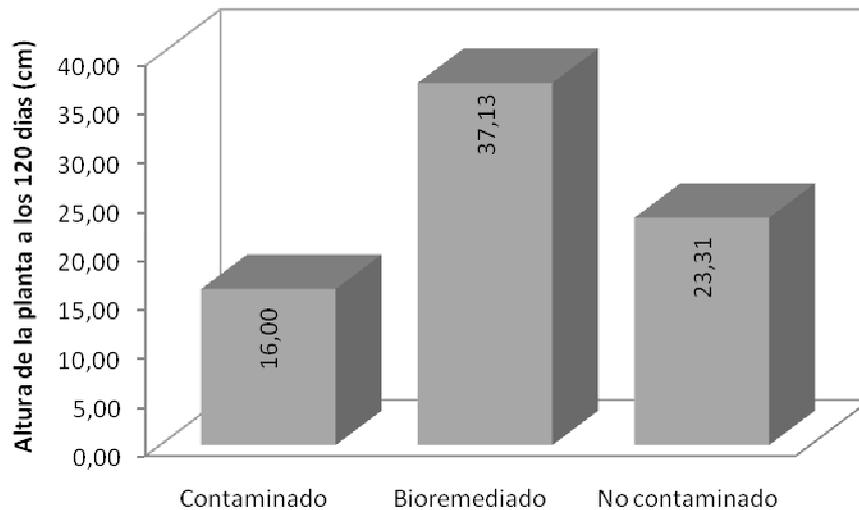
En la prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales a los 120 días tenemos que el factor “A1” con un valor de 28.27 cm. se ubica en el rango “a” y el factor “A2” con un valor de 22.69 cm. se ubica en el rango “b” (Cuadro 24). La especie forestal teca continua manteniéndose con la mayor altura a los 120 días (Gráfico 11).

**Cuadro 25. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 120 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
Biorremediado (B2)	37,13	a
No contaminado (B3)	23,31	b
Contaminado (B1)	16,00	c

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 12. Altura de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales a los 120 días tenemos el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 37.13 cm., se ubica en el rango “a” y el sustrato contaminado (B1) con un valor de 16.00 cm., se ubican en el rango “c” (Cuadro 25) (Gráfico 12).

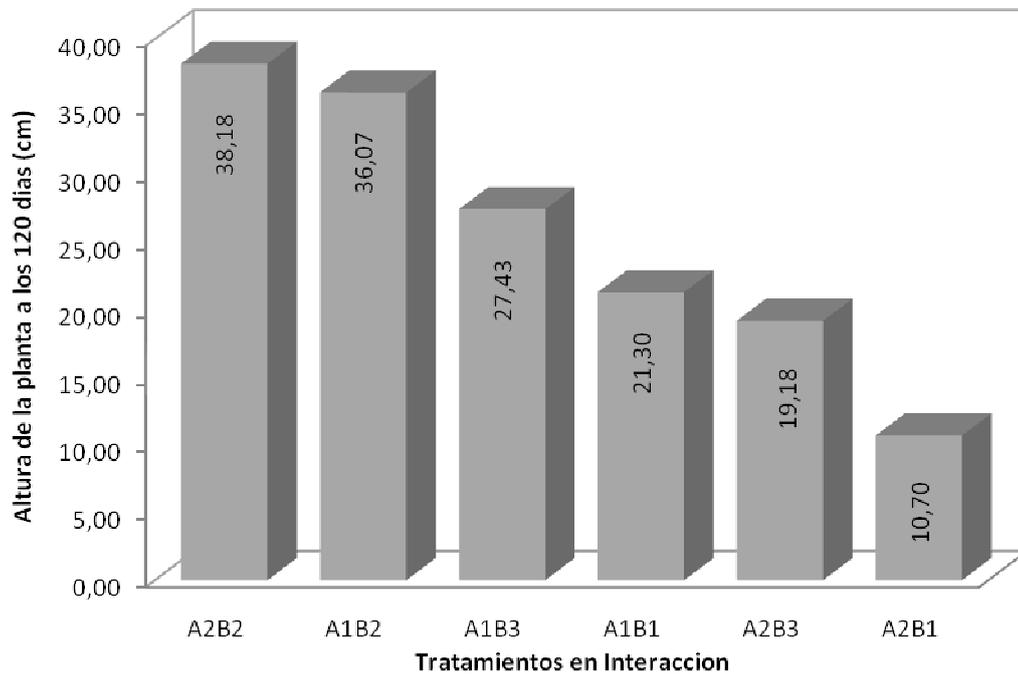
**Cuadro 26. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las especies forestales a los 120 días de la interacción.**

Interacción	Media	Rango
A2B2	38,18	a
A1B2	36,07	a
A1B3	27,43	b
A1B1	21,30	c
A2B3	19,18	c
A2B1	10,70	d

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

En la prueba de Tukey al 5 %, para la altura de las especies forestales a los 120 días tenemos que la interacción balsa + sustrato biorremediado (A2B2) con un valor de 38.18 cm., se ubican en el rango “a” y la interacción balsa + sustrato contaminado (A2B1) con un valor de 10.70 cm., se ubica en el rango “d” (Cuadro 26) (Gráfico 13).



**Gráfico 13. Altura de las especies forestales en interacción a los 120 días.**

Según (HERRERO, 2009) quien realizó un estudio que demostró que hubo un efecto positivo del sustrato en el crecimiento de las especies forestales tales como la balsa y teca ya que fueron significativamente mayores los niveles de altura que presentó la longitud de la plántula en suelos mejorados que pasaron 2,2 a un 6,3 % de MO, llegando a alturas superiores a 50 cm, mientras que las especies forestales que fueron sembradas en sustratos sin ningún mejoramiento o abonado presentaron alturas no superiores a los 15 cm. a los 150 días después de realizado el ensayo. Lo que coincide con nuestro ensayo, como podemos observar en el (Gráfico 13), la interacción (A2B2) que corresponde a la especie forestal balsa + sustrato biorremediado, que tiene un 5.06 % de MO se obtiene un valor de 38.18 cm de altura, ha sido la que mejor altura ha demostrado y la interacción (A2B1) que corresponde también a la especie forestal balsa + sustrato contaminado, que tiene un 1,4 % MO con un valor de 10.70 cm., en promedio, ha sido la que menor altura presenta, demostrando así que en un sustrato con buenas condiciones esta especie se desarrolla muy bien pero en condiciones extremas de sustrato contaminado, es la misma especie balsa la que se queda rezagada en cuanto a altura se refiere.

## E. NÚMERO DE HOJAS POR ESPECIE FORESTAL.

### 1. Número de hojas de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.

Según el análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 30 días (Cuadro 24), no presentó diferencias significativas.

El número de hojas de las especies forestales alcanzó una media general de 2.02. (Anexo 12), y el coeficiente de variación fue 5.11 % (Cuadro 27).

**Cuadro 27. Análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	0,15					
Repeticiones	2	0,02	0,01	0,83	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,01	0,01	0,83	4,96	10,04	ns
Factor B	2	0,02	0,01	0,83	4,10	7,56	ns
Interacción	2	0,02	0,01	0,83	4,10	7,56	ns
Error	10	0,11	0,01				
CV %			5,11				
Media			2,02				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

### 2. Número de hojas de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.

Según el análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 60 días (Cuadro 25), no presentó diferencias significativas entre repeticiones, para el factor “B” para la interacción, y para el factor “A” hubo un nivel significativo.

El número de hojas de las especies forestales alcanzó una media general de 3.58 (Anexo 13) y el coeficiente de variación fue 13.25 % (Cuadro 28).

**Cuadro 28. Análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	4,81					
Repeticiones	2	0,10	0,05	0,23	4,10	7,56	ns
Factor A	1	1,81	1,81	8,01	4,96	10,04	*
Factor B	2	0,52	0,26	1,16	4,10	7,56	ns
Interacción	2	0,22	0,11	0,50	4,10	7,56	ns
Error	10	2,25	0,23				
CV %			13,25				
Media			3,58				

Fuente: Datos registrados, 2010

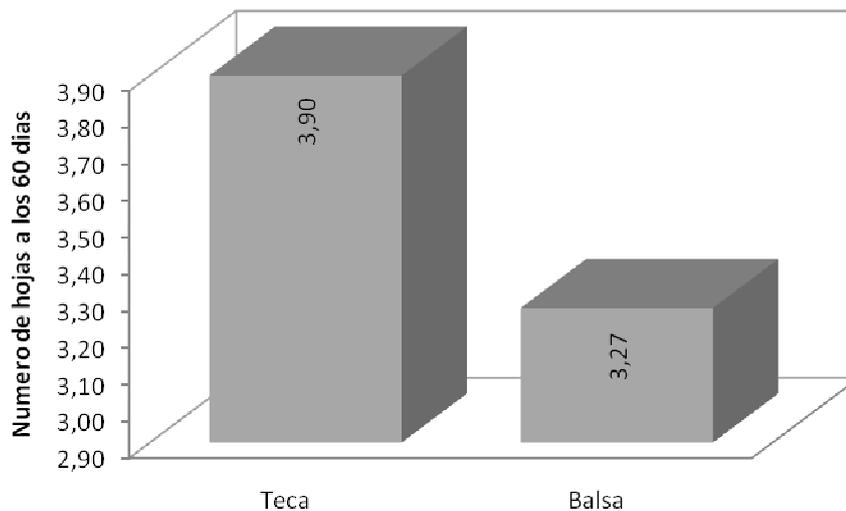
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 29. Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.**

Factor A	Media	Rango
Teca	3,90	a
Balsa	3,27	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 14. Número de hojas de las especies forestales a los 60 días.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para el número de hojas de las especies forestales a los 60 días tenemos que la teca (A1) con un valor de 3.9, se ubica en el rango “a” y la balsa (A2) con un valor de 3.27, se ubica en el rango “b” (Cuadro 29). La especie forestal teca presentó mayor número de hojas en este período de evaluación (Gráfico 14).

### 3. Número de hojas de las especies forestales los 90 días después de la siembra.

Según el análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 90 días (Cuadro 30), las repeticiones, el factor “B” y la interacción no hubo diferencias significativas, para el factor “A” hubo un nivel significativo.

El número de hojas de las especies forestales alcanzó una media general de 5.02 (Anexo 14), y el coeficiente de variación fue 15.47 % (Cuadro 30).

**Cuadro 30. Análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	14,91					
Repeticiones	2	0,52	0,26	0,43	4,10	7,56	ns
Factor A	1	4,81	4,81	7,97	4,96	10,04	*
Factor B	2	3,67	1,84	3,04	4,10	7,56	ns
Interacción	2	0,40	0,20	0,33	4,10	7,56	ns
Error	10	6,03	0,60				
CV %			15,47				
Media			5,02				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

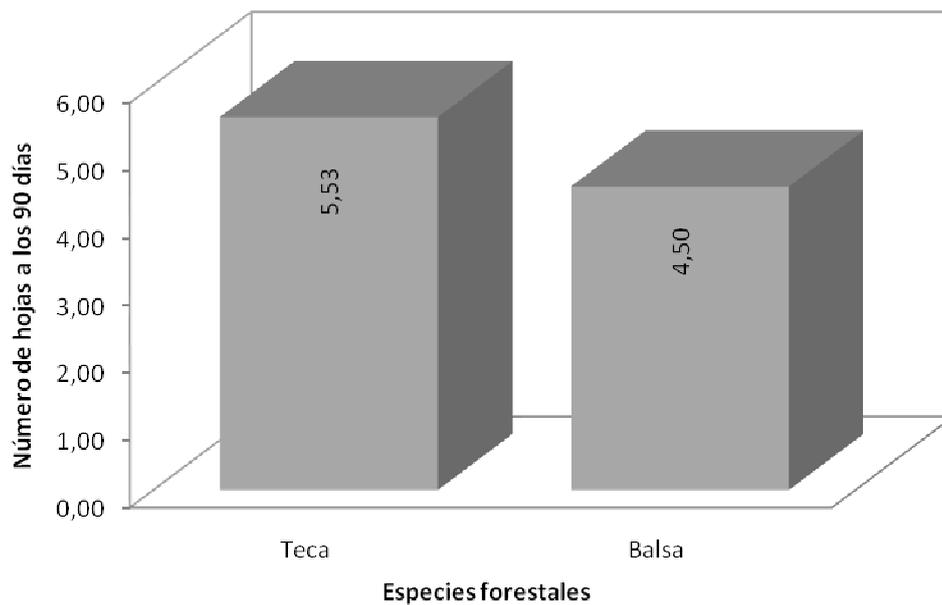
En la prueba de Tukey al 5 %, para el número de hojas de las especies forestales a los 90 días tenemos que para la teca (factor A1) con un valor de 5.53 se ubica en el rango “a” y la balsa (factor A2) con un valor de 4.50 se ubica en el rango “b” (Cuadro 31). Como se muestra en el (Gráfico 15) la especie forestal teca es la que presenta mayor número de hojas.

**Cuadro 31. Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de las especies forestales a los 90 días del factor “A”.**

Factor A	Media	Rango
Teca (A1)	5,53	a
Balsa (A2)	4,50	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 15. Número de hojas de las especies forestales a los 90 días.**

**4. Número de hojas de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianza para el número de hojas de las especies forestales a los 120 días (Cuadro 32), no presentó diferencias significativas entre repeticiones y en la interacción, para el factor “A” significativo, para el factor “B” altamente significativo.

El número de hojas de las especies forestales alcanzó una media general de 6.75 (Anexo 15) y el coeficiente de variación fue 12.72 % (Cuadro 32).

**Cuadro 32. Análisis de varianza para el número de hojas a los 120 días.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	44,30					
Repeticiones	2	2,17	1,08	1,47	4,10	7,56	ns
Factor A	1	13,69	13,69	18,59	4,96	10,04	*
Factor B	2	23,08	11,54	15,67	4,10	7,56	**
Interacción	2	0,16	0,08	0,11	4,10	7,56	ns
Error	10	7,37	0,74				
CV %			12,72				
Media			6,75				

Fuente: Datos registrados, 2010

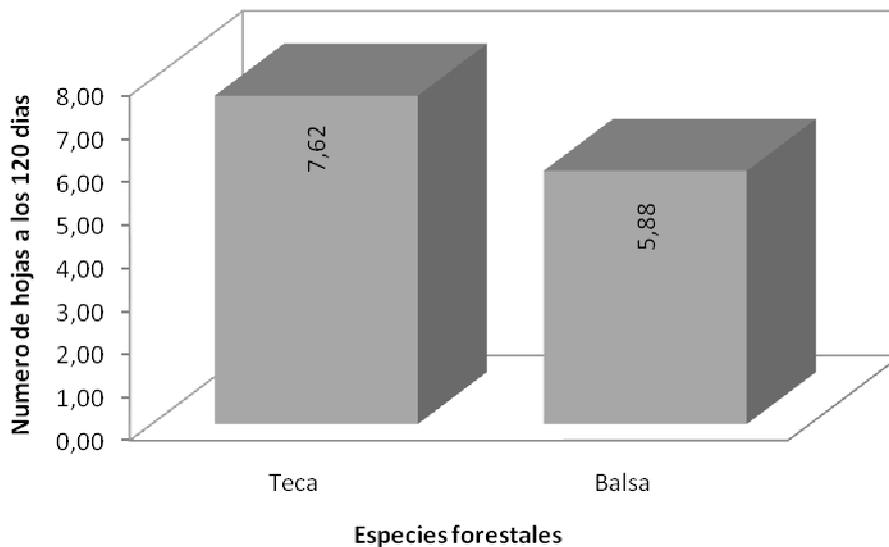
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 33. Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de las especies forestales a los 120 días del factor “A”.**

Factor A	Media	Rango
Teca (A1)	7,62	a
Balsa (A2)	5,88	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Gráfico 16. Número de hojas de las especies forestales a los 120 días.**

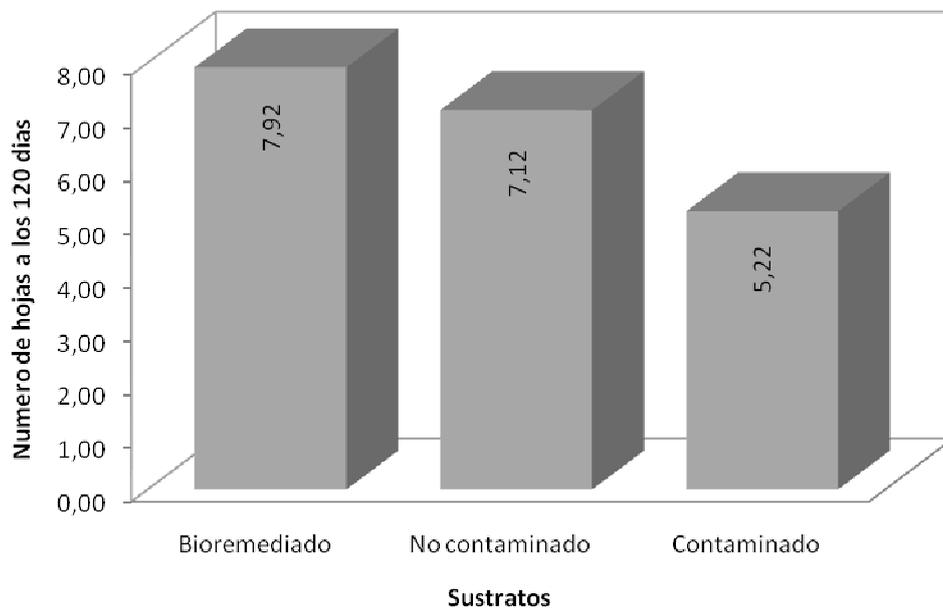
En la prueba de Tukey al 5 %, para el número de hojas de las especies forestales a los 120 días tenemos que la teca (A1) con un valor de 7.62 se ubica en el rango “a” y la balsa (A2) con un valor de 5.88 se ubica en el rango “b” (Cuadro 33). El número de hojas de la teca (A1) fue la que mayor porcentaje ha obtenido, esto debido a que ha sido la especie que mejor ha reaccionado a los factores adversos que presentan los sustratos en los cuales se han desarrollado (Gráfico 16).

**Cuadro 34. Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de las especies forestales a los 120 días del factor “B”.**

<b>Factor B</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
Biorremediado (B2)	7,92	a
No contaminado (B3)	7,12	a
Contaminado (B1)	5,22	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 17. Número de hojas de las especies forestales en los diferentes sustratos a los 120 días.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para el número de hojas de las especies forestales a los 120 días tenemos que el sustrato biorremediado(B2) con un valor de 7.92 se ubican en el rango “a” y el sustrato contaminado(B1) con un valor de 5.22 se ubica en el rango “b” (Cuadro 34) (Gráfico 17).

Según PÉREZ, D (2005), el éxito de la plantación depende de la selección adecuada entre el sitio de plantación y la procedencia de la semilla ya que sin ensayos de adaptación no se puede asegurar el buen crecimiento de ninguna especie forestal, es así que en su tesis de doctorado que se realizó en base a diferentes grados de abonado; (sin abonar 1,2 % MO, medianamente abonado 4,6 % MO y muy abonado 8,8 % de MO, además se uso aserrín con materia orgánica). Los resultados se presentan diferentes en cuanto al número de hojas en las especies forestales como la teca y la balsa las cuales a los 100 días en condiciones sin abonar presentaron un numero de hojas entre 4 y 5 en promedio, en condiciones de medianamente abonado presentaron un número de hojas entre 6-7, las semillas que fueron sembradas en condiciones de suelos mejorados, es decir muy abonado, presentaron un número de hojas superiores a las 8 y las que se pusieron en aserrín con materia orgánica escasamente germinaron . Lo cual concuerda con nuestro estudio en el cual el sustrato biorremediado (B2) con una cantidad del 5,06 / de MO presentó mayor número de hojas con 7.92, mientras que el sustrato contaminado (B1) hizo que las especies forestales presenten menor número de hojas a los 120 días con un valor de 5.22 (Gráfico 17)

## **F. DIÁMETRO DE LAS ESPECIES FORESTALES (TECA Y BALSA).**

### **1. Diámetro de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianza para el diámetro de las especies forestales a los 30 días (Cuadro 35), no presentó diferencias significativas para las repeticiones ni para el factor “A”, para el factor “B” es significativo y la interacción diferencias altamente significativas.

El diámetro del tallo alcanzó una media general de 1.01 cm. (Anexo 16) y el coeficiente de variación fue 7.44 % (Cuadro 35).

**Cuadro 35. Análisis de varianza para el diámetro del tallo los 30 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	0,31					
Repeticiones	2	0,02	0,01	1,69	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,02	0,02	4,00	4,96	10,04	ns
Factor B	2	0,12	0,06	10,76	4,10	7,56	*
Interacción	2	0,11	0,06	9,79	4,10	7,56	**
Error	10	0,06	0,01				
CV %			7,44				
Media			1,01				

Fuente: Datos registrados, 2010

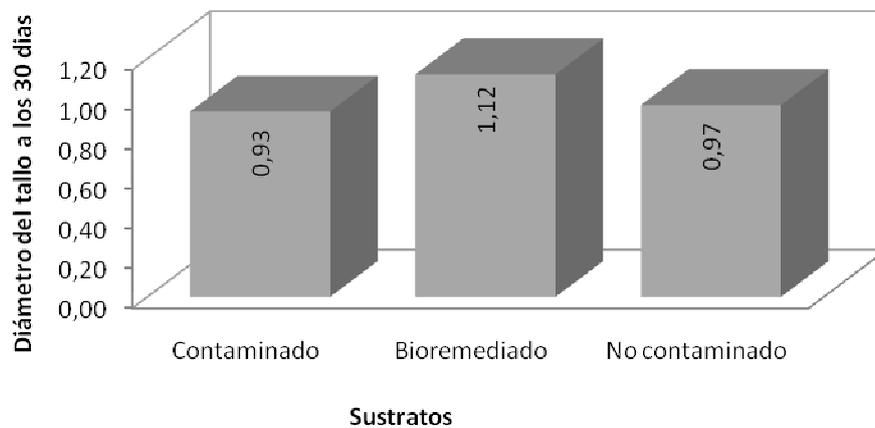
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 36. Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 30 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
Biorremediado (B2)	1,12	a
No contaminado (B3)	0,97	b
Contaminado (B1)	0,93	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 18. El diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra.**

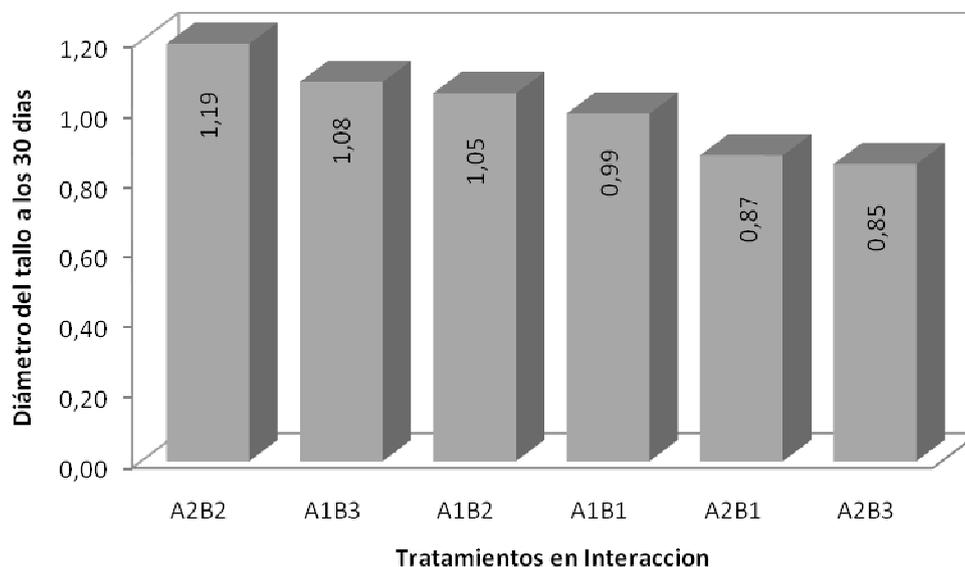
En la prueba de Tukey al 5 %, para el diámetro del tallo a los 30 días tenemos que el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 1.12 cm. se ubican en el rango “a” y el sustrato contaminado (B1) con un valor 0.93 cm. se ubica en el rango “b” (Cuadro 36) (Gráfico 18).

**Cuadro 37. Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 30 días de la interacción.**

Interacción	Media	Rango
A2B2	1,19	a
A1B3	1,08	ab
A1B2	1,05	abc
A1B1	0,99	bcd
A2B1	0,87	cd
A2B3	0,85	d

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 19. El diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para el diámetro del tallo a los 30 días tenemos que la interacción balsa + sustrato biorremediado (A2B2) con un valor de 1.19 cm. se ubica en el

rango “a” y la interacción balsa + sustrato no contaminado (A2B3) con un valor de 0.85 cm. se ubican en el rango “d” (Cuadro 37) (Gráfico 19).

## 2. Diámetro del tallo a los 60 días después de la siembra.

Según el análisis de varianza para el diámetro del tallo de las especies forestales a los 60 días (Cuadro 38), no presentó diferencias significativas para las repeticiones, para el factor “A” presentó un nivel significativo y para el factor “B” y la interacción diferencias altamente significativas.

El diámetro del tallo alcanzó una media general de 2.39 cm. (Anexo 17) y el coeficiente de variación fue 7.20 % (Cuadro 38).

**Cuadro 38. Análisis de varianza para el diámetro del tallo de las especies forestales a los 60 días.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	17,81					
Repeticiones	2	0,01	0,00	0,16	4,10	7,56	ns
Factor A	1	2,71	2,71	91,78	4,96	10,04	*
Factor B	2	13,76	6,88	232,81	4,10	7,56	**
Interacción	2	1,04	0,52	17,60	4,10	7,56	**
Error	10	0,30	0,03				
CV %			7,20				
Media			2,39				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

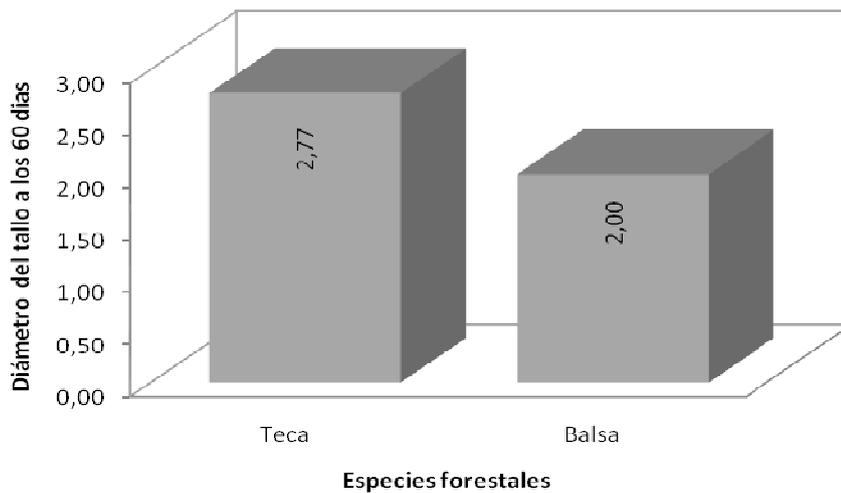
En la prueba de Tukey al 5 %, para el diámetro del tallo de las especies forestales a los 60 días tenemos que para la teca (A1) con un valor de 2.77 cm. se ubica en el rango “a” y la balsa (A2) con un valor de 2.00 cm. se ubica en el rango “b” (Cuadro 39). La especie forestal teca presento el mayor diámetro (Gráfico 20).

**Cuadro 39. Prueba de Tukey al 5 % del diámetro del tallo a los 60 días del factor “A”.**

<b>Factor A</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
Teca (A1)	2,77	a
Balsa (A2)	2,00	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Gráfico 20. El diámetro del tallo a los 60 días después de la siembra.**

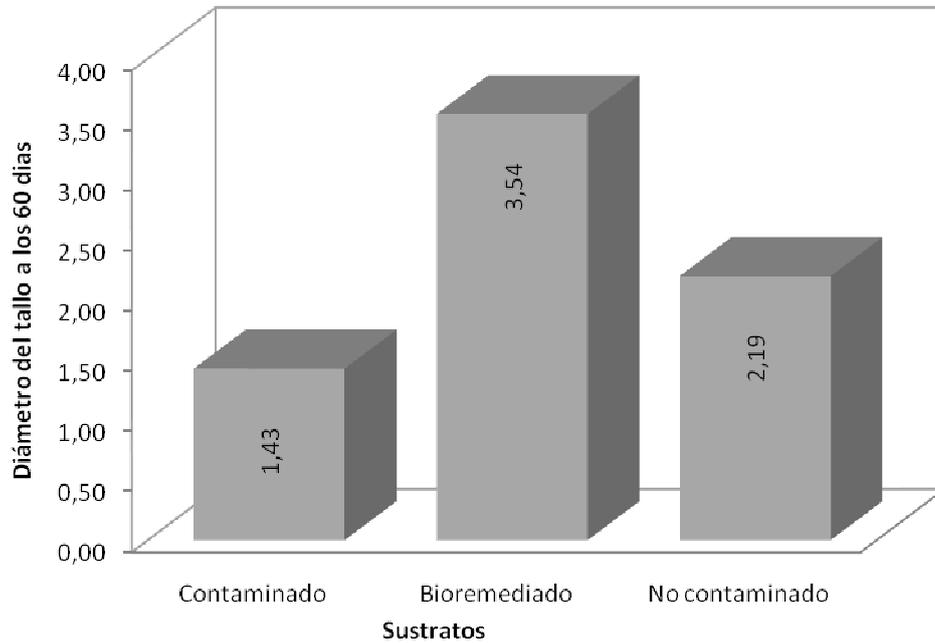
En la prueba de Tukey al 5 %, para el diámetro del tallo de las especies forestales a los 60 días tenemos que el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 3.54cm., se ubican en el rango “a” y el sustrato contaminado (B1) con un valor de 1.43cm., se ubica en el rango “b” (Cuadro 40). El sustrato biorremediado presenta el mayor diámetro (Gráfico 21).

**Cuadro 40. Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 60 días del factor “B”.**

<b>Factor B</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
Biorremediado (B2)	3,54	a
No contaminado (B3)	2,19	ab
Contaminado (B1)	1,43	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 21. El diámetro del tallo a los 60 días después de la siembra.**

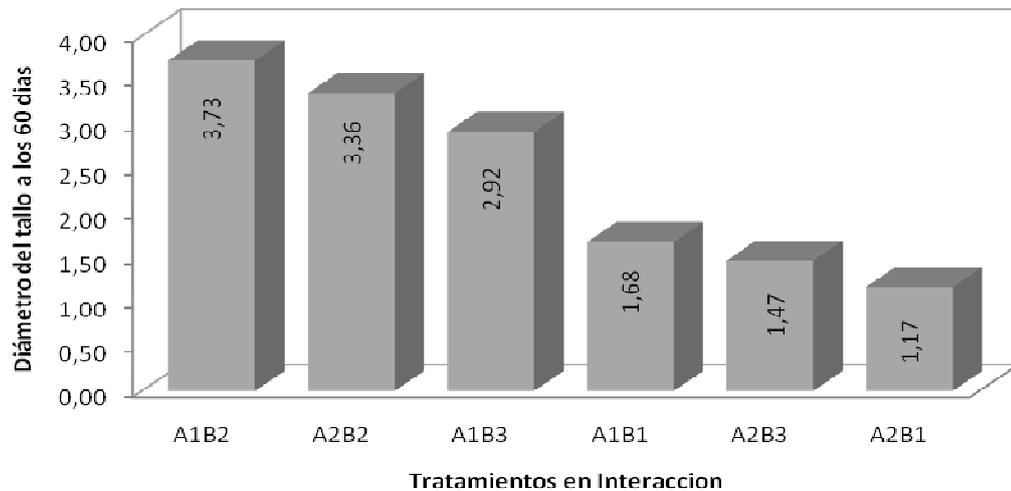
En la prueba de Tukey al 5 %, para el diámetro del tallo de las especies forestales a los 60 días tenemos la interacción teca + sustrato biorremediado (A1B2) con un valor de 3.73 cm. se ubica en el rango “a”; mientras que la interacción balsa + sustrato contaminado (A2B1) con un valor de 1.17 cm. se ubican en el rango “d” (Cuadro 41). La interacción teca + sustrato biorremediado presenta el mayor diámetro (Gráfico 22).

**Cuadro 41. Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 60 días de la interacción.**

Interacción	Media	Rango
A1B2	3,73	a
A2B2	3,36	ab
A1B3	2,92	b
A1B1	1,68	c
A2B3	1,47	cd
A2B1	1,17	d

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 22. El diámetro de las especies forestales a los 60 días.**

### 3. Diámetro del tallo a los 90 días después de la siembra.

Según el análisis de varianza para el diámetro del tallo de las especies forestales a los 90 días (Cuadro 42), no presentó diferencias significativas para las repeticiones, para el factor “A” ni para la interacción, y para el factor “B” presentó un nivel significativo.

El diámetro del tallo alcanzó una media general de 5.15 cm. (Anexo 18) y el coeficiente de variación fue 12.67 % (Cuadro 42).

**Cuadro 42. Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 90 días.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	35,08					
Repeticiones	2	0,01	0,00	0,01	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,76	0,76	1,78	4,96	10,04	ns
Factor B	2	29,97	14,98	35,19	4,10	7,56	*
Interacción	2	0,10	0,05	0,11	4,10	7,56	ns
Error	10	4,26	0,43				
CV %			12,67				
Media			5,15				

Fuente: Datos registrados, 2010

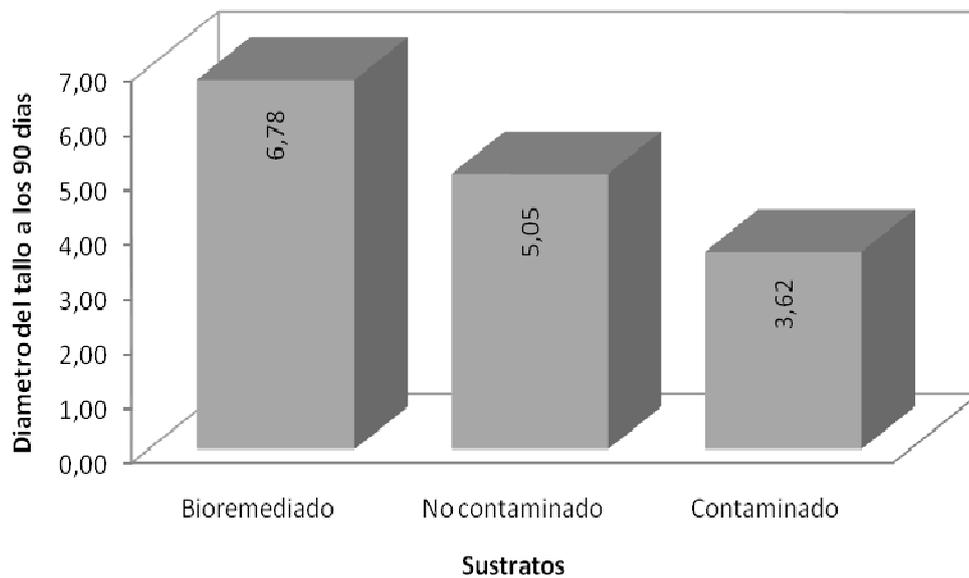
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 43. Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 90 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
Biorremediado (B2)	6,78	a
No contaminado (B3)	5,05	ab
Contaminado (B1)	3,62	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 23. El diámetro de las especies forestales a los 90 días.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para el diámetro del tallo a los 90 días tenemos el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 6.78 cm. se ubican en el rango “a” y el sustrato contaminado (B1) con un valor de 3.62 cm. se ubica en el rango “b” (Cuadro 43). (Gráfico 23).

#### **4. Diámetro del tallo a los 120 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianza para el diámetro del tallo de las especies forestales a los 120 días (Cuadro 44), no presentó diferencias significativas para las repeticiones, para el factor “A” ni para la interacción, para el factor “B” presentó un nivel significativo.

El diámetro del tallo alcanzó una media general de 9,93 cm. (Anexo 19) y el coeficiente de variación fue 7,62 % (Cuadro 44).

**Cuadro 44. Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 120 días.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	135,09					
Repeticiones	2	1,66	0,83	1,45	4,10	7,56	ns
Factor A	1	1,54	1,54	2,70	4,96	10,04	ns
Factor B	2	127,78	63,89	111,67	4,10	7,56	*
Interacción	2	0,04	0,02	0,04	4,10	7,56	ns
Error	10	5,72	0,57				
CV %			7,62				
Media			9,93				

Fuente: Datos registrados, 2010

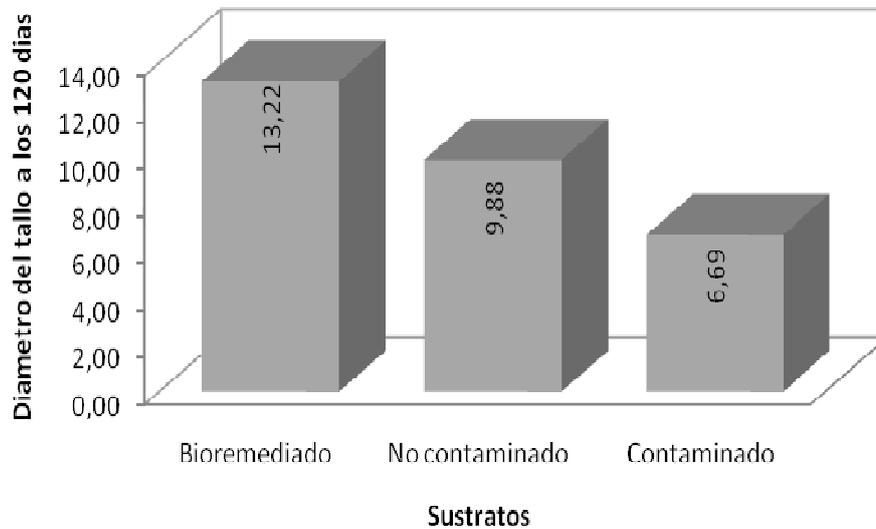
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 45. Prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo a los 120 días del factor "B".**

Factor B	Media	Rango
Biorremediado (B2)	13,22	a
No contaminado (B3)	9,88	b
Contaminado (B1)	6,69	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 24. El diámetro del tallo a los 120 días después de la siembra.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para el diámetro del tallo en los diferentes sustratos evaluados a los 120 días tenemos que el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 13.22 cm. se ubican en el rango “a” y el sustrato contaminado (B1) con un valor de 6.69 cm. se ubica en el rango “b” (Cuadro 45).

Al ser evaluado el diámetro del tallo a los 120 días después de la siembra, el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 13.22 cm., ha sido la que mejor diámetro ha obtenido ya que ha demostrado ser el mejor sustrato por sus altos contenidos tanto de materia orgánica como de micronutrientes, bacterias nitrificantes y hongos benéficos para el suelo que se han aportado a este.

El sustrato contaminado (B1) con un valor de 6.69 cm., en promedio de diámetro (Gráfico 24). De estudios realizados por (GONZALES, G. 2009) se obtuvo valores superiores a los de esta investigación, alcanzando 14 – 20 cm de diámetro en las especies teca y balsa sembradas en terrenos con vegetación nativa.

## G. VIGOR DE LAS ESPECIES FORESTALES (TECA Y BALSAS).

### 1. Vigor de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.

Según el análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 30 días (Cuadro 46), no presentó diferencias significativas para las repeticiones, para el factor “A” ni para la interacción, para el factor “B” presentó un nivel significativo.

El vigor de las especies forestales alcanzó una media general de 8,50 (Anexo 20) y el coeficiente de variación fue 18,23 % (Cuadro 46).

**Cuadro 46. Análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	46,50					
Repeticiones	2	4,00	2,00	0,83	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,50	0,50	0,21	4,96	10,04	ns
Factor B	2	21,00	10,50	4,38	4,10	7,56	*
Interacción	2	1,00	0,50	0,21	4,10	7,56	ns
Error	10	24,00	2,40				
CV %			18,23				
Media			8,50				

Fuente: Datos registrados, 2010

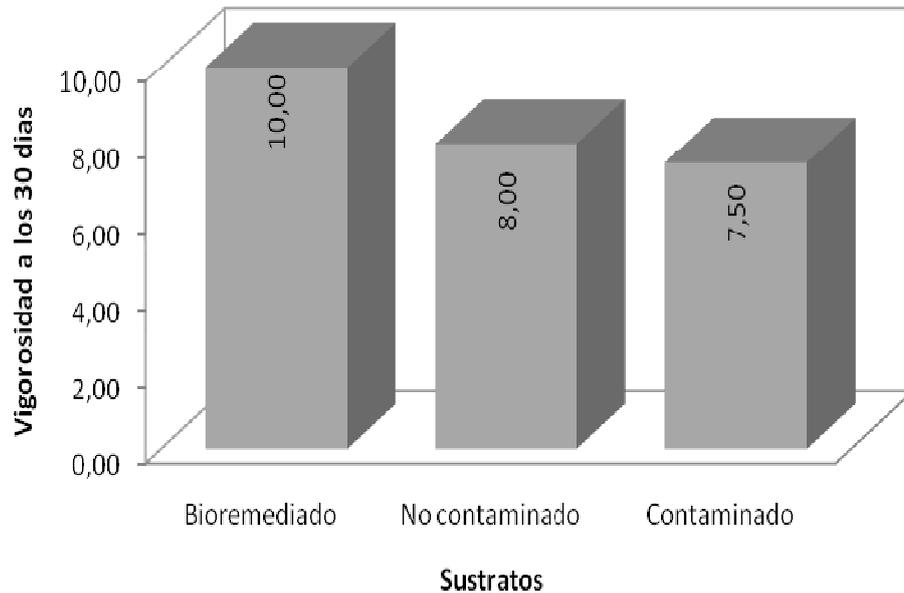
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 47. Prueba de Tukey al 5 % para el vigor de las especies forestales a los 30 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
Biorremediado (B2)	10,00	a
No contaminado (B3)	8,00	b
Contaminado (B1)	7,50	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 25. Vigor de las especies forestales a los 30 días.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para el vigor de las especies forestales a los 30 días tenemos que en el sustrato biorremediado(B2) con un valor de 10.00 se ubican en el rango “a”; mientras que el sustrato contaminado (B1) con un valor de 7.50 se ubica en el rango “b” (Cuadro 47). Como se muestra en el (Gráfico 25) el sustrato bioremediado es la que presenta mayor diámetro

## **2. Vigor de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 60 días (Cuadro 48), no presentó diferencias significativas tanto para las repeticiones, así como para el factor “A” y la interacción, para el factor “B” presentó un nivel significativo.

El vigor de las especies forestales alcanzó una media general de 5.50 (Anexo 21). El coeficiente de variación para el vigor de las especies forestales a los 60 días fue 14.08% (Cuadro 48).

**Cuadro 48. Análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	190,50					
Repeticiones	2	1,00	0,50	0,83	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,50	0,50	0,83	4,96	10,04	ns
Factor B	2	183,00	91,50	152,50	4,10	7,56	*
Interacción	2	1,00	0,50	0,83	4,10	7,56	ns
Error	10	6,00	0,60				
CV %			14,08				
Media			5,50				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

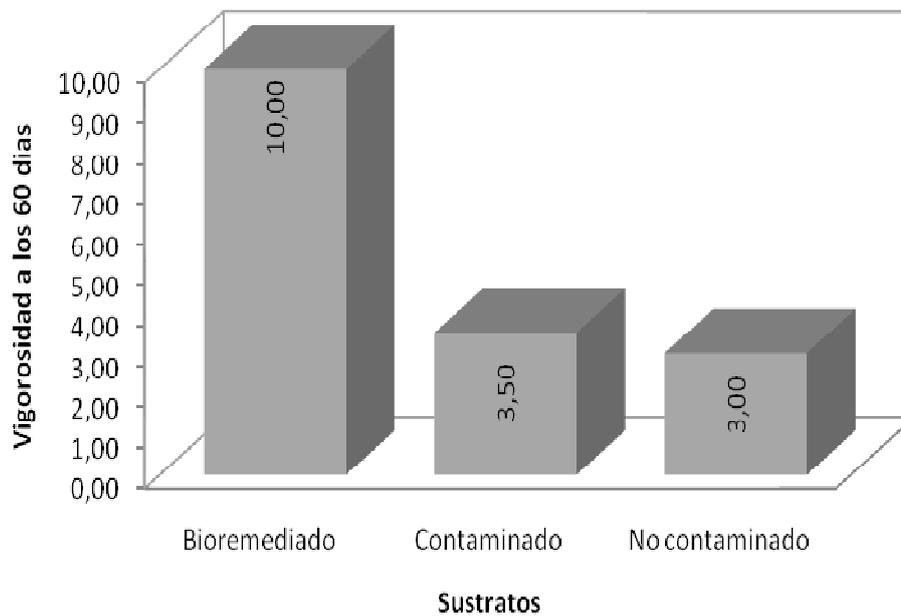
En la prueba de Tukey al 5 %, para el vigor de las especies forestales a los 60 días tenemos que el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 10.00 se ubican en el rango “a” y el sustrato contaminado(B1) con un valor de 3.00 se ubica en el rango “b” (Cuadro 49) (Grafico 26).

**Cuadro 49. Prueba de Tukey al 5 % para el vigor de las especies forestales a los 60 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
Biorremediado (B2)	10,00	a
Contaminado (B1)	3,50	b
No contaminado (B3)	3,00	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 26. Vigor de las especies forestales en los sustratos a los 60 días.**

### **3. Vigor de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 90 días (Cuadro 50), no presentó diferencias significativas para las repeticiones, ni para el factor “A”, ni para la interacción, y para el factor “B” presentó un nivel significativo.

El vigor de las especies forestales, alcanzó una media general de 5.83 (Anexo 22) y el coeficiente de variación 18.78 % (Cuadro 50).

**Cuadro 50. Análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	176,50					
Repeticiones	2	3,00	1,50	1,25	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,50	0,50	0,42	4,96	10,04	ns
Factor B	2	163,00	81,50	67,92	4,10	7,56	*
Interacción	2	1,00	0,50	0,42	4,10	7,56	ns
Error	10	12,00	1,20				
CV %			18,78				
Media			5,83				

Fuente: Datos registrados, 2010

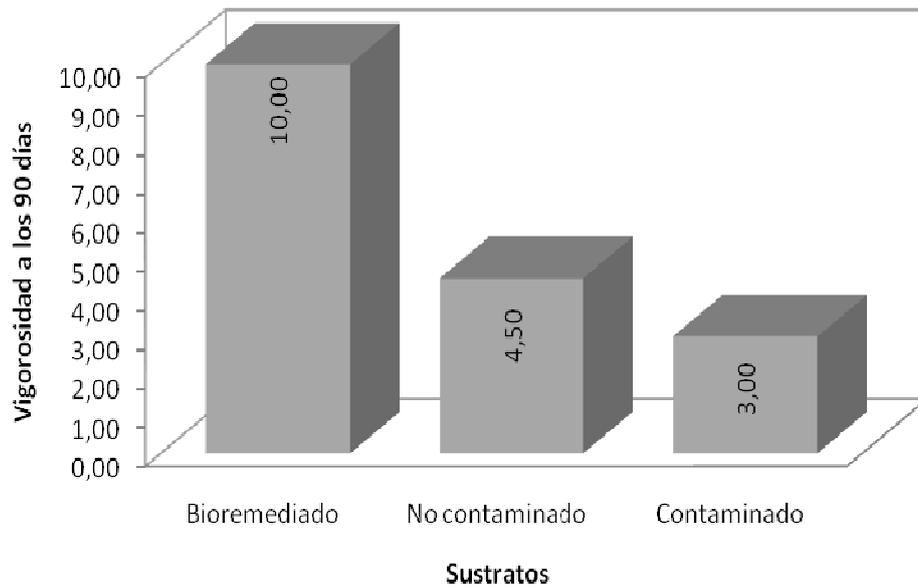
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 51. Prueba de Tukey al 5 % para el vigor de las especies forestales a los 90 días del factor "B".**

Factor B	Media	Rango
Biorremediado (B2)	10,00	a
No contaminado (B3)	4,50	b
Contaminado (B1)	3,00	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 27. Vigor de las especies forestales a los 90 días.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para el vigor de las especies forestales a los 90 días tenemos que el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 10.00 se ubican en el rango “a” y el sustrato contaminado (B1) con un valor de 3.00 se ubica en el rango “b” (Cuadro 51). El sustrato biorremediado ha presentado mejor vigor, mientras que el sustrato contaminado ha sido el que menor vigor ha presentado entre los sustratos evaluados (Gráfico 27).

#### **4. Vigor de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 120 días (Cuadro 52), no presentó diferencias significativas para las repeticiones ni para el factor “A”, ni para la interacción, y para el factor “B” presentó un nivel significativo.

El vigor de las especies forestales, alcanzó una media general de 7.17 (Anexo 23) y el coeficiente de variación fue 15.29 % (Cuadro 52).

**Cuadro 52. Análisis de varianza para el vigor de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	98,50					
Repeticiones	2	1,00	0,50	0,42	4,10	7,56	ns
Factor A	1	4,50	4,50	3,75	4,96	10,04	ns
Factor B	2	79,00	39,50	32,92	4,10	7,56	*
Interacción	2	3,00	1,50	1,25	4,10	7,56	ns
Error	10	12,00	1,20				
CV %			15,29				
Media			7,17				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

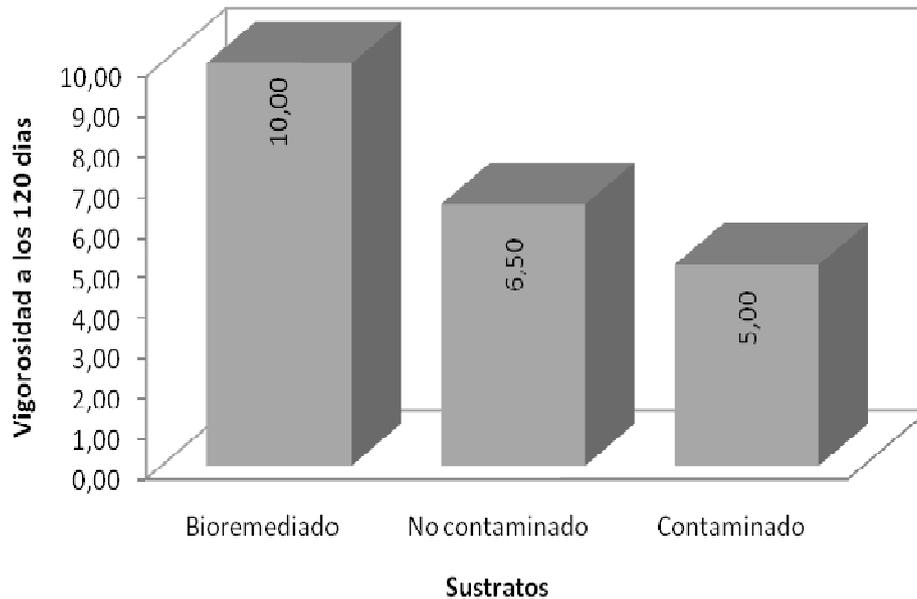
En la prueba de Tukey al 5 %, para el vigor de las especies forestales a los 120 días tenemos que el sustrato biorremediado (B2) con una media de 10.00 se ubican en el rango “a”; el sustrato contaminado (B1) con una media de 5.00 se ubica en el rango “b” (Cuadro 53). El sustrato biorremediado ha presentado mejor vigor, mientras que el sustrato contaminado ha sido el que menor vigor ha presentado entre los sustratos evaluados (Gráfico 28). Lo que concuerda con lo dicho por PEREZ, (2005), quien manifiesta que las principales diferencias entre la supervivencia de las plantas, así como el vigor, se fundamenta en la viabilidad de la semilla, los factores ambientales y las características nutricionales que presenta el suelo.

**Cuadro 53. Prueba de Tukey al 5 % para el vigor de las especies forestales a los 120 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
Biorremediado (B2)	10,00	a
No contaminado (B3)	6,50	b
Contaminado (B1)	5,00	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 28. Vigor de las especies forestales a los 120 días.**

## **H. INCIDENCIA DE PLAGAS EN LAS ESPECIES FORESTALES (TECA Y Balsa).**

### **1. Incidencia de plagas a los 30 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 30 días (Cuadro 54), no presentó diferencias significativas para las repeticiones ni para el factor "A", para el factor "B" presentó un nivel significativo y la interacción presentó diferencias altamente significativas.

La incidencia de plagas en las especies forestales, alcanzó una media general de 4.50 (Anexo 24) y el coeficiente de variación fue 15.71 % (Cuadro 54).

**Cuadro 54. Análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 30 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	53,00					
Repeticiones	2	1,33	0,67	1,33	4,10	7,56	ns
Factor A	1	1,39	1,39	2,78	4,96	10,04	ns
Factor B	2	41,58	20,79	41,58	4,10	7,56	*
Interacción	2	5,03	2,51	5,03	4,10	7,56	**
Error	10	5,00	0,50				
CV %			15,71				
Media			4,50				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

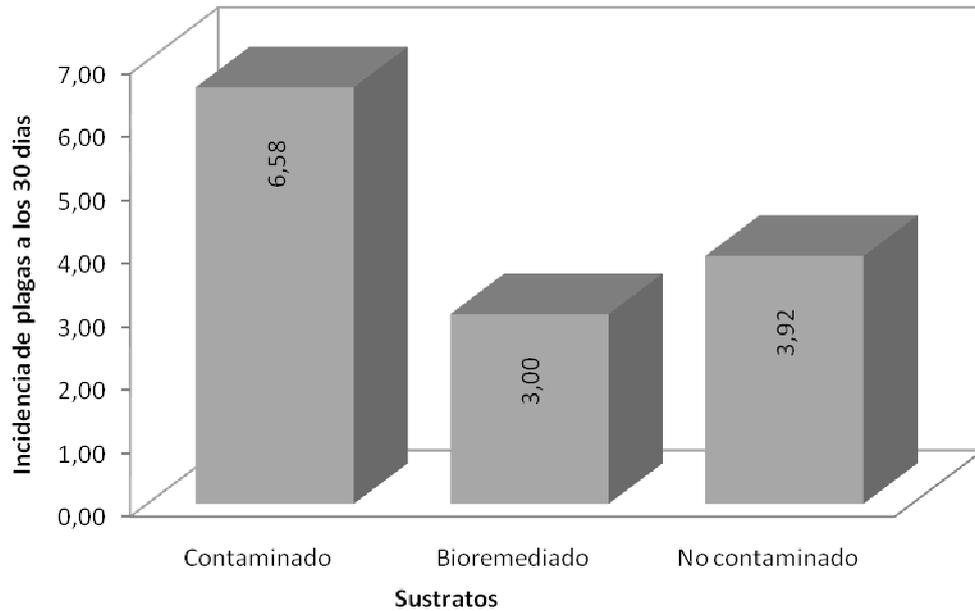
En la prueba de Tukey al 5 %, para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 30 días tenemos que el sustrato contaminado (B1) con un valor de 6.58 se ubican en el rango “a” y el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 3.00 se ubica en el rango “b” (Cuadro 55) (Gráfico 29).

**Cuadro 55. Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 30 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
Contaminado (B1)	6,58	a
No contaminado (B3)	3,92	b
Biorremediado (B2)	3,00	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 29. La incidencia de plagas en las especies forestales a los 30 días.**

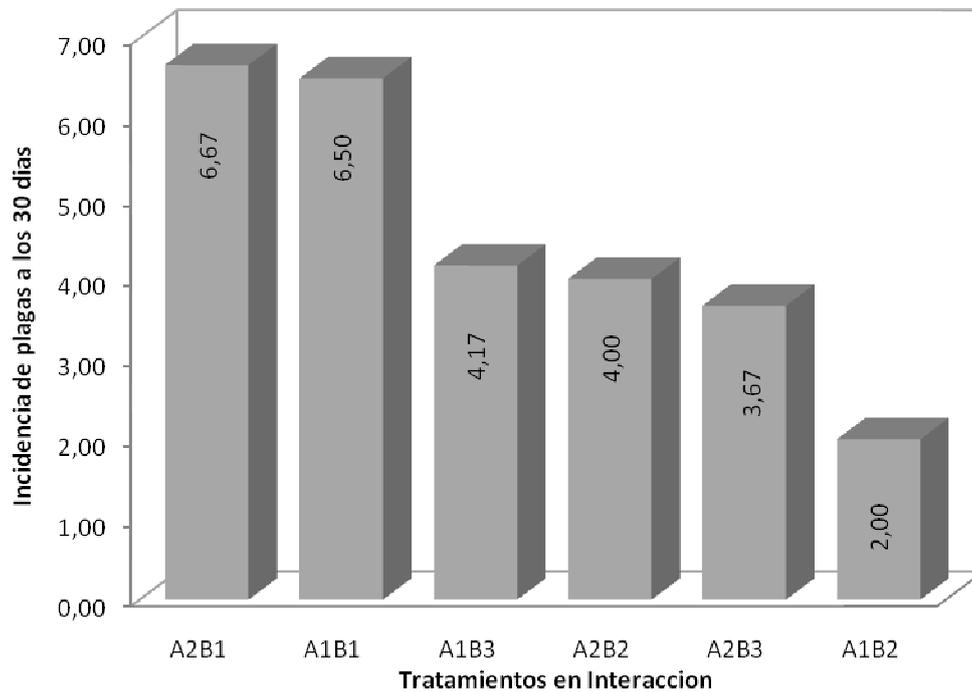
En la prueba de Tukey al 5 % las interacciones de balsa + sustrato contaminado (A2B1) con un valor de 6.67 se ubican en el rango “a” y la interacción teca + sustrato biorremediado (A1B2) con un valor de 2,00 se ubican en el rango “c” (Cuadro 56).

**Cuadro 56. Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 30 días de la interacción.**

Interacción	Media	Rango
A2B1	6,67	a
A1B1	6,50	a
A1B3	4,17	b
A2B2	4,00	b
A2B3	3,67	b
A1B2	2,00	c

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 30. La incidencia de plagas en las especies forestales a los 30 días.**

Para la incidencia de plagas a los 30 días tenemos que la interacción balsa + sustrato contaminado ha presentado mayor incidencia de plagas, mientras que la interacción teca + sustrato biorremediado ha presentado baja incidencia de plagas (Gráfico 30).

## **2. Incidencia de plagas a los 60 días después de la siembra.**

Según el análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días (Cuadro 57), no presentó diferencias significativas para las repeticiones, para el factor “A” y factor “B” presentó diferencias significativas y la interacción presentó diferencias altamente significativas.

La incidencia de plagas en las especies forestales, alcanzó una media general de 4.47 (Anexo 25) y el coeficiente de variación fue 22,55 % (Cuadro 57).

**Cuadro 57. Análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	77,24					
Repeticiones	2	1,69	0,85	0,83	4,10	7,56	ns
Factor A	1	7,35	7,35	7,23	4,96	10,04	*
Factor B	2	50,19	25,10	24,69	4,10	7,56	*
Interacción	2	9,53	4,76	4,69	4,10	7,56	**
Error	10	10,17	1,02				
CV %			22,55				
Media			4,47				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

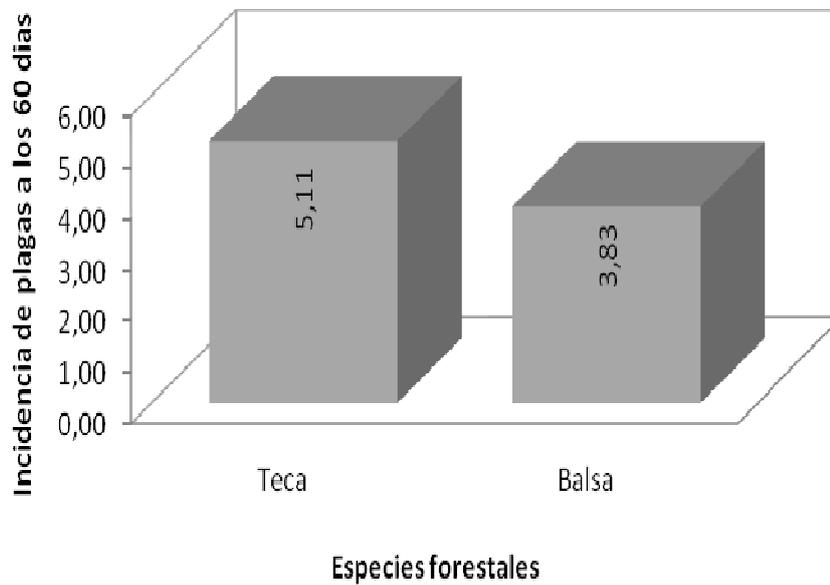
**Cuadro 58. Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días del factor “A”.**

Factor A	Media	Rango
Teca (A1)	5,11	a
Balsa (A2)	3,83	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

En la prueba de Tukey al 5 %, para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días tenemos que la teca(factor A1) con un valor de 5.11 se ubica en el rango “a” y la balsa (factor A2) con un valor de 3.83 se ubican en el rango “b” (Cuadro 58) (Gráfico 31)



**Gráfico 31. La incidencia de plagas en las especies forestales a los 60 días.**

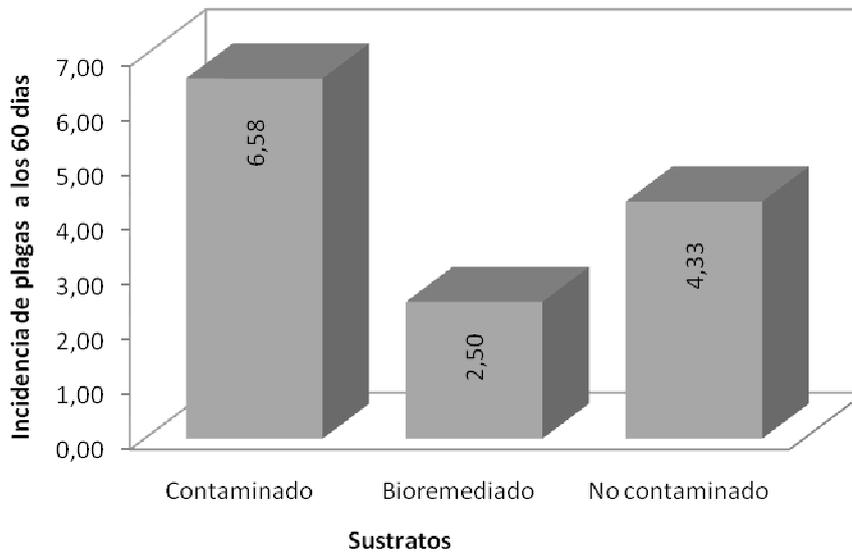
En la prueba de Tukey al 5 %, para la incidencia de plagas del factor “B” a los 60 días tenemos que el sustrato contaminado (B1) con un valor de 6.58 se ubican en el rango “a”; el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 2.50 se ubica en el rango “b” (Cuadro 59) (Gráfico 32)

**Cuadro 59. Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
Contaminado (B1)	6,58	a
No contaminado (B3)	4,33	b
Biorremediado (B2)	2,50	b

**Fuente:** Datos registrados, 2010

**Elaboración:** Sarango, C. 2011.



**Gráfico 32. La incidencia de plagas en las especies forestales a los 60 días.**

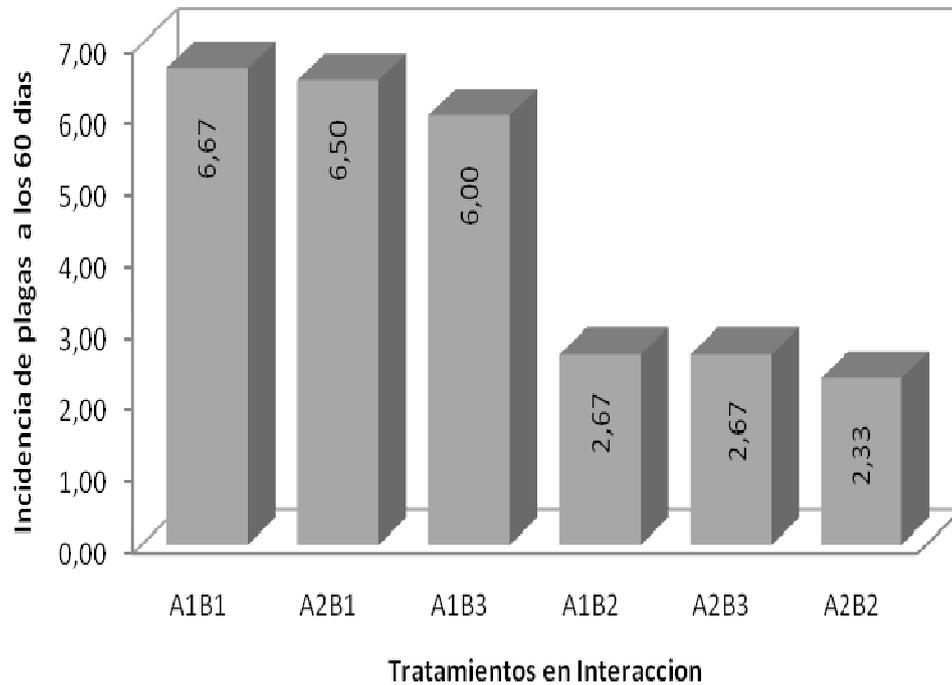
En la prueba de Tukey al 5 %, para la incidencia de plagas a los 60 días después de la siembra tenemos que la interacción teca + sustrato contaminado (A1B1) con un valor de 6.67 se ubica en el rango “a” y la interacción balsa + sustrato biorremediado (A2B2) con un valor de 2.33 se ubica en el rango “b” (Cuadro 60) (Gráfico 33).

**Cuadro 60. Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 60 días de la interacción.**

Interacción	Media	Rango
A1B1	6,67	a
A2B1	6,50	a
A1B3	6,00	a
A1B2	2,67	b
A2B3	2,67	b
A2B2	2,33	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 33. La incidencia de plagas en las especies forestales a los 60 días.**

### **3. Incidencia de plagas a los 90 días.**

Según el análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 90 días (Cuadro 61), no presentó diferencias significativas para las repeticiones ni para el factor “A”, ni para la interacción, el factor “B” presentó diferencias significativas.

La incidencia de plagas en las especies forestales, alcanzó una media general de 3.11 (Anexo 26) y el coeficiente de variación fue 31.05 % (Cuadro 61).

**Cuadro 61. Análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 90 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	18,28					
Repeticiones	2	1,44	0,72	0,77	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,00	0,00	0,00	4,96	10,04	ns
Factor B	2	8,36	4,18	4,48	4,10	7,56	*
Interacción	2	0,58	0,29	0,31	4,10	7,56	ns
Error	10	9,33	0,93				
CV %			31,05				
Media			3,11				

Fuente: Datos registrados, 2010

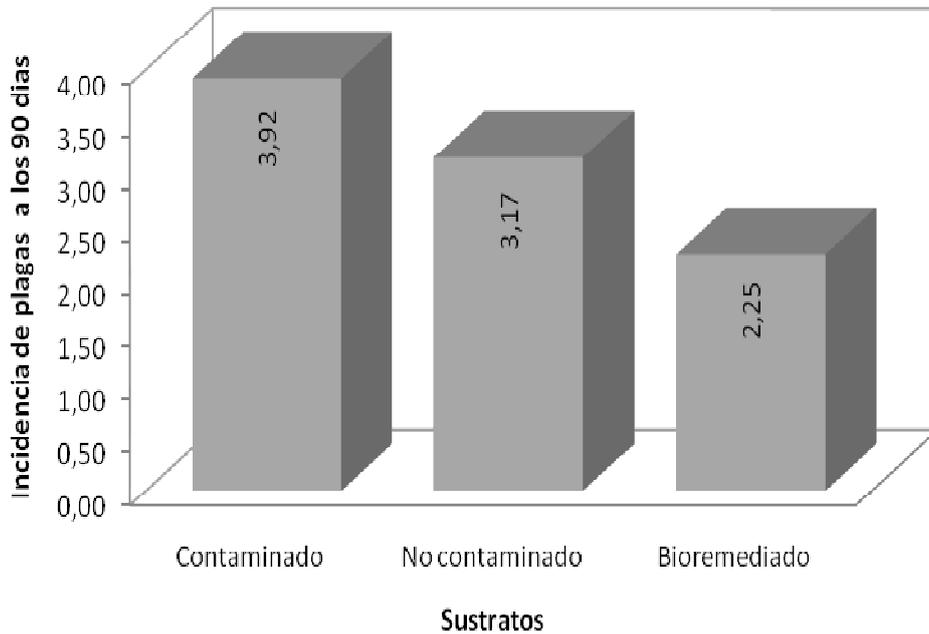
Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Cuadro 62. Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 90 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
B1	3,92	a
B3	3,17	ab
B2	2,25	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 34. La incidencia de plagas en las especies forestales a los 90 días.**

En la prueba de Tukey al 5 %, para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 90 días tenemos que el sustrato contaminado (B1) con un valor de 3.92 se ubica en el rango “a” y el sustrato biorremediado (B2) con el valor de 2.25 se ubica en el rango “b” (Cuadro 62) (Gráfico 34).

#### **4. Incidencia de plagas y a los 120 días.**

Según el análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 120 días (Cuadro 63), no presentó diferencias significativas tanto para las repeticiones, así como para el factor “A”, ni para la interacción. El factor “B” presentó diferencias significativas.

La incidencia de plagas en las especies forestales, alcanzó una media general de 2.83 (Anexo 27) y el coeficiente de variación fue 21.85 % (Cuadro 63).

**Cuadro 63. Análisis de varianza para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 120 días después de la siembra.**

FV	GL	SC	CM	Fisher			Nivel de significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	17	15,50					
Repeticiones	2	1,33	0,67	1,74	4,10	7,56	ns
Factor A	1	0,89	0,89	2,32	4,96	10,04	ns
Factor B	2	10,58	5,29	13,80	4,10	7,56	*
Interacción	2	0,19	0,10	0,25	4,10	7,56	ns
Error	10	3,83	0,38				
CV %			21,85				
Media			2,83				

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

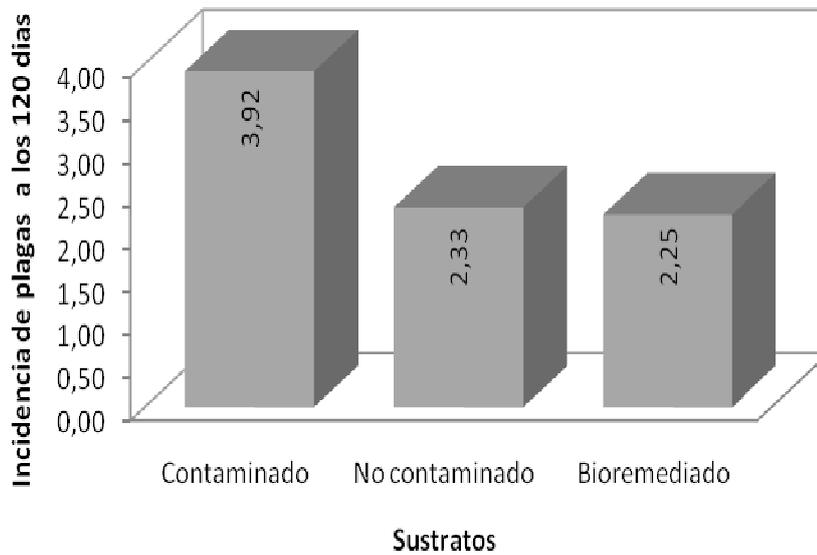
En la prueba de Tukey al 5 %, para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 120 días tenemos que en el sustrato contaminado (B1) con un valor de 3.92 se ubica en el rango “a” y el sustrato biorremediado (B2) con un valor de 2.25 se ubica en el rango “b” (Cuadro 64).

**Cuadro 64. Prueba de Tukey al 5 % para la incidencia de plagas de las especies forestales a los 120 días del factor “B”.**

Factor B	Media	Rango
B1	3,92	a
B3	2,33	b
B2	2,25	b

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.



**Gráfico 35. La incidencia de plagas en las especies forestales a los 120 días.**

Así como también se pudo comprobar que el sustrato en el cual estaban desarrollándose cada una de estas especies forestales también influyó mucho es así que en el sustrato contaminado se obtuvo una mayor incidencia de plagas, mientras que en el sustrato biorremediado se obtuvo una menor incidencia (Gráfico 35).

Según, BENAVIDES, J.E. (2004). El conocimiento de la fenología del cultivo es muy importante para el diagnóstico, ya que la susceptibilidad del cultivo al daño causado por plagas, varía de acuerdo con su estado de desarrollo y a su vez, la incidencia de las plagas está en función de los factores ambientales y de la condición del cultivo. Se podrá, entonces, evaluar con mayor propiedad la importancia del ataque de una plaga en particular y las posibilidades de manejo. En un estudio realizado con diferentes cantidades de aportes orgánicos al suelo se observaron daños de insectos masticadores de follaje del orden coleóptera principalmente crisomélidos y algunos grillos (orden Orthoptera) en las especies de balsa, , teca, las cuales se desarrollaron en un medio sin mejoramiento del suelo, mientras que otras especies presentaron daños mucho más severos del barrenador en los mismos suelos sin aportes de materia orgánica, lo que coincide con nuestra investigación que para la incidencia de plagas tenemos que en el sustrato contaminado se ha presentado

mayor incidencia de la plaga del orden Orthoptera perteneciente a la familia Acrididae, en la especie forestal balsa.

## **VI. CONCLUSIONES.**

- A.** En el sustrato biorremediado obtuvo los mejores resultados lo cual ha sido muy notorio en el crecimiento de las especies forestales teca (*Tectona grandis*) (A1) y balsa (*Ochroma pyramidale*) (A2), demostrándose así en la altura, número de hojas, diámetro y vigor a los 120 días, lo cual demuestra la influencia positiva del sustrato en el buen desarrollo de la planta. Mientras que el sustrato contaminado obtuvo los resultados más bajos en cuanto a las mismas variables evaluadas.
  
- B.** La especie forestal balsa (A2) ha sido la que menos se ha adaptado a la interacción con el factor (B) mostrando mayores variaciones en los resultados así tenemos que para la altura en la interacción balsa + sustratos contaminados (A2B1) obtuvo resultados que afectaron al desarrollo de las plantas, en la interacción con balsa + suelos biorremediados (A2B2) obtuvo los mejores resultados durante el ensayo y en la interacción balsa +sustrato no contaminados (A2B3) no tuvo problemas en su desarrollo,mostrando claramente que se adaptó como era de esperarse al sustrato que presentaba mejores características para su desarrollo. Por el contrario el factor (A1) correspondiente a la especie forestal teca no mostro varianza en cuanto a resultados, con lo cual se puede concluir que la teca se adaptó a los sustratos en estudio.
  
- C.** En cuanto a las propiedades físico químicas de los sustratos evaluados se puede concluir que el sustrato biorremediado (B2), a pesar de que presenta una cantidad alta de hidrocarburos totales las especies forestales en estudio se adaptaron con mucha facilidad, lo que nos hace prever estas especies serían ideales para usarlas en procesos de biorremediación.
  
- D.** El sustrato (B) en el cual se desarrollaron las especies forestales (A) fue muy influyente incluso en la incidencia de plagas ya que la balsa (A2) ha mostrado mayor incidencia de estas con un valor de 4,00 (medio) en la interacción con el sustrato contaminado (B3). Mostrando que una planta débil es más susceptible para los factores bióticos que se pueden presentar en el medio. Por el contrario la especie forestal teca (A1) con una media de 3,83 (bajo) en interacción con el sustrato contaminado (B3) ha mostrado mayor resistencia a la incidencia de plagas.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- A.** Realizar nuevas investigaciones en campo abierto con la especie forestal que mejores resultados ha brindado a la investigación, en nuestro caso la teca (*Tectona grandis*), para obtener mayor información sobre el comportamiento de la misma y poder plantearla como una buena alternativa en nuevos proyectos de reforestación.
  
- B.** Realizar proyector de reforestación en áreas contaminadas, para que las personas que han sufrido la pérdida de sus sustratos tengan nuevas alternativas de uso que les sirva tanto para su economía como para mejorar el ambiente.

## **VIII. ABSTRACTO.**

En la presente investigación propusimos: Evaluar el efecto de sustrato contaminado con hidrocarburos, sustrato biorremediado y sustrato no contaminado en el desarrollo de teca (*Tectona grandis*) y balsa (*Ochroma pyramidale*) en el cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana. Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos en estudio y Evaluar el comportamiento de los parámetros morfológicos y fisiológicos de las especies en los diferentes sustratos empleados. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo combinatorio con dos especies forestales, tres sustratos y tres repeticiones. El coeficiente de variación se expresó en porcentaje y se realizó la prueba de Tukey al 5%. Resultando que: Desde los 10 a 15 días la germinación se incrementa en 5.4841 %. A partir de esta fecha, tiende a reducir, en el porcentaje de emergencia no existió diferencias significativas. La altura de las especies forestales la interacción balsa + sustrato biorremediado (A2B2) muestra superioridad, alcanzando una altura máxima de 38.18 cm al día 120. En el número de hojas la especie forestal balsa (A1) obtuvo el mayor promedio en todas las evaluaciones llegando a 7,62 en el día 120, en el diámetro se obtuvo diferentes comportamientos en la interacción ya que el día 30 la balsa + sustrato biorremediado (A2B2) obtuvo 1.19 cm, el día 60 la interacción teca + sustrato biorremediado (A1B2) presenta 3,73 cm y el día 120 el sustrato biorremediado presenta mayor diámetro con 13,22 cm. El vigor con mayor puntaje lo presentó el sustrato biorremediado con 10.00 correspondiente a vigor excelente. La incidencia de plagas con 3.92 que según la tabla comparativa corresponde a medio, se presentó en el sustrato contaminado.

## **IX. SUMMARY.**

This investigation intends to evaluate the of substrate contaminated with hydrocarbons, bioremediation substrate in the development on teak (*Teutona grandis*), and raft (*Ochroma pyramide*) in Cantón Joya de los Sachas, Province of Orellana. To find tree species resistant to pollution hydrocarbons for use in land reclamation, which aims is to determine the physical and chemical properties of the substrates under study, evaluating the performance of morphological and physiological parameters in the spaces; which was used to design a randomized complete block in combinatorial arrangement with two forest species, thee substrates and thee replications.

The coefficient of variation expressed in percentage and performed Tukey test at 5%, with the result that, from 10 to 15 days of germination is increased 5.4841%, as of this date tends to reduce the percentage of emergency and there was no significant difference. The height of the forest species, substrate interaction bioremediation pond + (A2B2) shows superior reaching a maximum height of 38.18 cm. at day 120. The number of forest species balsa sheets (A1) obtained the highest average in all evaluations reaching 7,62 at day 120, in diameter was obtained different behavior in the interaction because the pond on 30, + bioremediation substrate (A2B2) was 1.19 cm. day 60 teak + substrate interaction bioremediation (A1B2) has 3,73 cm. and day 120 bioremediation substrate has a greater diameter 13.22 cm. The force was presented with the highest store with 10.00 bioremediation substrate force for good. The incident of pests with 3.92, which according to the comparison table corresponds to a half was presented in the contaminated subctrate.

Concluding that the forest species have been able to produce bioremediation projects and recommended more research.

## **X. BIBLIOGRAFÍA.**

1. **AMBIENTE 2009.** Factores Forestales. Disponible en:  
[http://www.ambiente.gov.ec/WEB/Publicacione 2009/Factor forestal.pdf](http://www.ambiente.gov.ec/WEB/Publicacione%202009/Factor%20forestal.pdf)
2. **ARPEL.** Manejo de Desechos. KOMEX International, 1997.
3. Actualización del Plan de Manejo Ambiental, Refinerías Ecuatorianas  
PETROINDUSTRIAL
4. **BAVIÈRE, M. y Otros.** Remediation of soils contaminated by petroleum products with surfactants p282. First World Congress on Emulsion. EDS, Paris, 1993.
5. **BARROSO, BETANCOURT.** 1983“Silvicultura especial de árboles” 1ra Edición. Editorial Trillas. México - México Pág. 114,115, 301
6. **BELLOSO, C.** XXVI Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Biodegradación de Suelos Contenidos en Terrarios 1998.
7. **BENAVIDES, J.E. (2004).** “Plagas y Enfermedades en especies forestales”. Folletos divulgativos. Seed Science and Technology.
8. **BETANCOURT (1999), FORS (1967), SABLÓN (1984).** . Methods of germinating oil palm seeds. Journal of WAIFOR 1:76-87.
9. **CATIE-OXFORD FORESTRY INSTITUTE.** 2003. “Árboles de Centroamérica Un Manual para extensionistas”. 1ra Edición. Editorial Limusa. USA Pág. 114,115, 301
10. **FLORES Y COL, 2001.** Contaminated by petroleum products with surfactants p282. First World Congress on Emulsion. EDS, Paris, 1993.

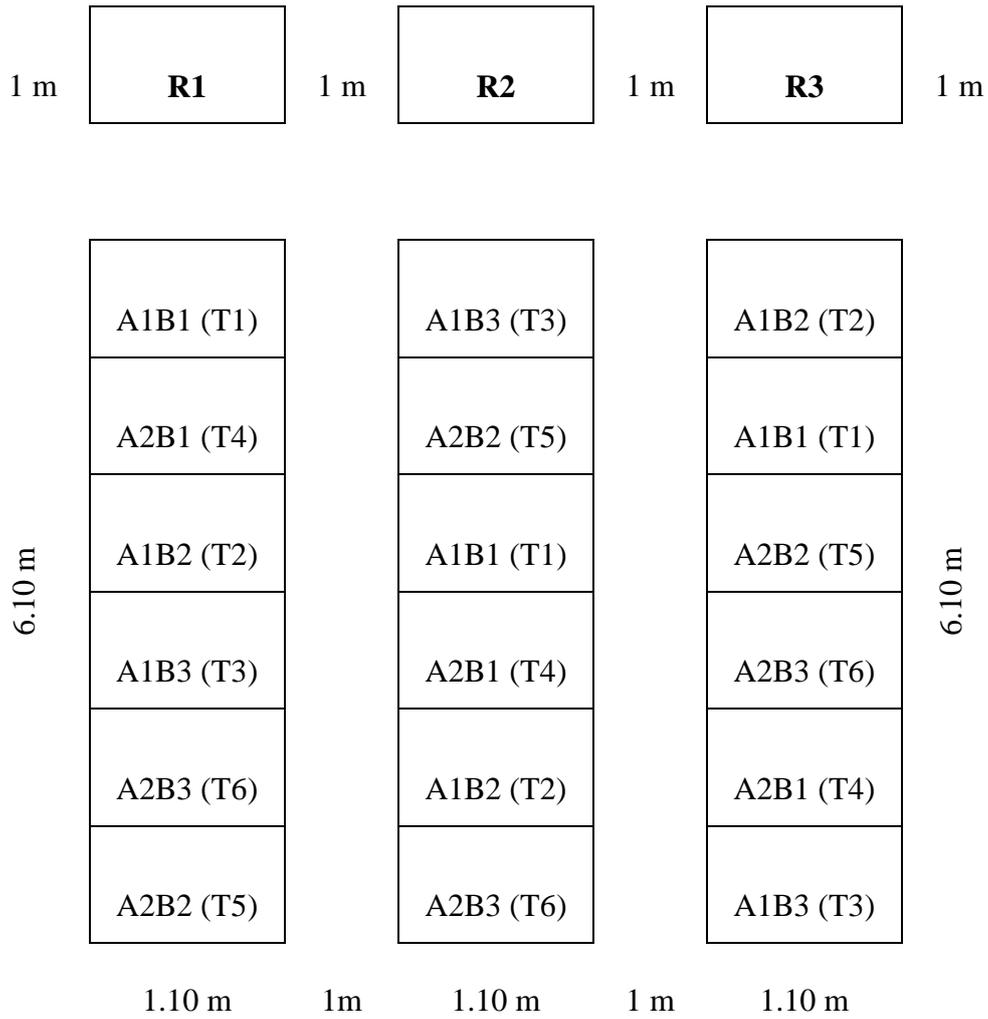
11. **CONTRERAS, P. 2005.** Suelos contaminados con hidrocarburos, memorías en biotecnología. Universidad de Chile.
12. **HERRERO, CG.2009.** Estudios realizados sobre alturas en especies forestales.
13. **HOLDRIDGE.**Clasificación Ecológica.
14. Estación Meteorológica del Aeropuerto de Nueva Loja (Lago Agrio). Datos registrados en Promedio de 10 años (1997 – 2007).
15. Plan de Desarrollo Ambiental de Petroproducción Lago Agrio, Datos obtenidos en el Departamento Ambiental
16. **ECOCIENCIA, 2000,** Ecuador Megadiverso.
17. **FLORES, N. y col.** Utilización de lodos residuales en la restauración de suelos contaminados con hidrocarburos. VI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales, Pachuca; México, 2001.
18. **GONZALES, G. 2009.** Características morfológicas de especies forestales, Facultad de Ing. Agronómica Universidad Nacional de Colombia.
19. **KELLENBERG, 1995.** Información dada por la FAO.
20. **LABSU, 2010.** Laboratorio de suelo y agua.
21. **LIETH, H. y B. MARKERT.2000.**Folletos divulgativos sobre especies vegetales forestales importantes en la recuperación de suelos.
22. **LUQUE, J. y otros.** Características edáficas de suelos afectados por derrames de petróleo. BIP (Junio): 10-16, 1995
23. **MEYER, N. 2006,** Biodiversidad. Folleto divulgativo.

24. **NAVARRETE, M. 2005.** Clasificación de de suelos contaminados
25. **ONU, 2006.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
26. **PAUMIER, V.** Estudio de especies forestales. La Habana, 1997
27. **PEREZ, D. 2005.** Stand growth scenarios for *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. PhD Thesis. University of Helsinki. 77p.
28. **PROTECCIÓN AMBIENTAL.** 2005. Impactos / protección ecológica. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ec/userfiles/552/file/Mayo/20/2009/.pdf>
29. **RADWANSKI y WICKENS, 1981.** Especie forestales para la recuperación de suelos degradados. Seed science and technology
30. **SARANGO, C. 2011.** Datos realizados durante el ensayo de tesis.
31. **SANTSCHI, P. H.** y col. Historical contamination of PAHs, PCBs, DDTs, and heavy metals in Mississippi River delta, Galveston Bay and Tampa Bay sediment cores. Marine Environmental Research 52 (1): 51-79, 2001.
32. **SEMILLAS Y BOSQUES MEJORADOS S.A. 1991.** Teca (Gmelina arborea.) árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, C. R. Serie técnica. Informe técnico /
33. **USDA. 2002.** “Manual de Reforestación para América Tropical” Volumen 1 pág. 54, 113
34. Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

35. [www.sica.gov.ec/privado/Citar informa](http://www.sica.gov.ec/privado/Citar_informa)
36. [www.monografias.com/trabajos.10/petroleo/petroshtml#pe](http://www.monografias.com/trabajos.10/petroleo/petroshtml#pe)
37. [www.monografias.com/trabajos.10/petroleo/petroshtml#hidro](http://www.monografias.com/trabajos.10/petroleo/petroshtml#hidro)
38. [www.wikipedia.org/wiki/clase\\_\(biología\)](http://www.wikipedia.org/wiki/clase_(biología))
39. [www.unicolmayor.edu\\_\(ecología\).com](http://www.unicolmayor.edu_(ecología).com)
40. [www.rngr.net/publications/ctnm/espanol/volumen-cuatro/PDF.2003-10-02.0205/at\\_download/file](http://www.rngr.net/publications/ctnm/espanol/volumen-cuatro/PDF.2003-10-02.0205/at_download/file)
41. [www.laboratoriosuelosinia.cl/in\\_q\\_s.htm](http://www.laboratoriosuelosinia.cl/in_q_s.htm)
42. [www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PNBM/File/TCP/cartilla\\_9.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PNBM/File/TCP/cartilla_9.pdf)
43. [http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_y\\_anexos/ochroma\\_pyramidalepdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/ochroma_pyramidalepdf)

## XI. ANEXOS.

### Anexo 1. Esquema de distribución del ensayo.



**Anexo 2. Análisis de sustratos realizados en laboratorio.**



**3.- Resultados: Sustrato contaminado**

Parámetros	Unidad	± 7 865
%Potencial hidrogeno	-	6,31
%Humedad	%	48,3
%Materia orgánica	%	4,96
%Carbono orgánico Total	%	2,48
%Nitrógeno total	%	0,25
%Fósforo	mg/Kg	45,77
%Azoto	%	46
%Lima	%	29
%Arcilla	%	25
Tipo de suelo	-	facm
%Calcio	mg/Kg	4 594,16
%Potasio	mg/Kg	97,48
%Magnesio	mg/Kg	456,7
%Sodio	mg/Kg	12,7
%Manganeso	mg/Kg	156,34
%Zinc	mg/Kg	66,34
%Cobre	mg/Kg	3,96
%Hierro	mg/Kg	1 670,21
Hidrocarburos totales	µg/Kg	84 605,43

**3.- Resultados: Sustrato biorremediado**

Parámetros	Unidad	± 7 468
%Potencial hidrogeno	-	6,67
%Humedad	%	45,6
%Materia orgánica	%	5,06
%Carbono orgánico Total	%	2,53
%Nitrógeno total	%	0,25
%Fósforo	mg/Kg	92,47
%Azoto	%	1
%Lima	%	44
%Arcilla	%	31
Tipo de suelo	-	fac1
%Calcio	mg/Kg	3 138,57
%Potasio	mg/Kg	470,29
%Magnesio	mg/Kg	506,7
%Sodio	mg/Kg	26,3
%Manganeso	mg/Kg	145,33
%Zinc	mg/Kg	31,27
%Cobre	mg/Kg	1,96
%Hierro	µg/Kg	916,57
Hidrocarburos totales	µg/Kg	39 857,45

**4.- Responsables del Informe:**

Autorización: *Dr. Luis Fernando Soto*  
 VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO  
**LABSU**  
 RUC: 099326-2881105  
 ORELLANA

*Ing. Amador Macchiz*  
 RESPONSABLE CALIDAD

**4.- Responsables del Informe:**

Autorización: *Dr. Luis Fernando Soto*  
 VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO  
**LABSU**  
 RUC: 099326-2881105  
 ORELLANA

*Ing. Amador Macchiz*  
 RESPONSABLE CALIDAD

Nota: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.

Nota: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.



**3.- Resultados: Sustrato no contaminado**

Parámetros	Unidad	± 7 863
%Potencial hidrogeno	-	5,30
%Humedad	%	36,3
%Materia orgánica	%	1,40
%Carbono orgánico Total	%	0,86
%Nitrógeno total	%	0,07
%Fósforo	mg/Kg	12,77
%Azoto	%	7
%Lima	%	75
%Arcilla	%	74
Tipo de suelo	-	sc
%Calcio	mg/Kg	849,47
%Potasio	mg/Kg	76,29
%Magnesio	mg/Kg	189,62
%Sodio	mg/Kg	45,26
%Manganeso	mg/Kg	1,29
%Zinc	mg/Kg	53,88
%Cobre	mg/Kg	6,82
%Hierro	mg/Kg	157,88
Hidrocarburos totales	µg/Kg	<50,00

**4.- Responsables del Informe:**

Autorización: *Dr. Luis Fernando Soto*  
 VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO  
**LABSU**  
 RUC: 099326-2881105  
 ORELLANA

*Ing. Amador Macchiz*  
 RESPONSABLE CALIDAD

Nota: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.

**Anexo 3. Germinación de las especies forestales a los 7 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A1	B2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A1	B3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A2	B1	48,00	50,00	49,00	147,00	49,00
A2	B2	71,00	70,00	71,00	212,00	70,67
A2	B3	58,00	59,00	59,00	176,00	58,67

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 4. Germinación de las especies forestales a los 14 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	57,00	58,00	56,00	171,00	57,00
A1	B2	66,00	67,00	67,00	200,00	66,67
A1	B3	49,00	49,00	50,00	148,00	49,33
A2	B1	21,00	22,00	20,00	63,00	21,00
A2	B2	14,00	25,00	13,00	52,00	17,33
A2	B3	18,00	19,00	18,00	55,00	18,33

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 5. Emergencia de las especies forestales a los 5 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	98,00	98,00	98,00	294,00	98,00
A1	B2	98,00	100,00	100,00	298,00	99,33
A1	B3	97,00	85,00	95,00	277,00	92,33
A2	B1	89,00	100,00	97,00	286,00	95,33
A2	B2	100,00	100,00	98,00	298,00	99,33
A2	B3	92,00	98,00	94,00	284,00	94,67

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

### Anexo 6. Emergencia de las especies forestales a los 15 días.

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	95,00	92,00	96,00	283,00	94,33
A1	B2	97,00	99,00	97,00	293,00	97,67
A1	B3	95,00	81,00	93,00	269,00	89,67
A2	B1	87,00	97,00	95,00	279,00	93,00
A2	B2	94,00	98,00	98,00	290,00	96,67
A2	B3	90,00	96,00	90,00	276,00	92,00

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

### Anexo 7. Emergencia de las especies forestales a los 30 días.

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	95,00	92,00	95,00	282,00	94,00
A1	B2	97,00	96,00	96,00	289,00	96,33
A1	B3	94,00	78,00	90,00	262,00	87,33
A2	B1	87,00	95,00	90,00	272,00	90,67
A2	B2	87,00	98,00	97,00	282,00	94,00
A2	B3	88,00	92,00	90,00	270,00	90,00

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

### Anexo 8. Altura de la planta a los 30 días.

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	1,43	1,25	1,42	4,10	1,37
A1	B2	1,64	1,43	1,48	4,55	1,52
A1	B3	0,93	1,17	1,06	3,16	1,05
A2	B1	0,84	0,50	0,69	2,03	0,68
A2	B2	1,37	1,23	1,29	3,89	1,30
A2	B3	0,71	0,81	0,83	2,35	0,78

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 9. Altura de la planta a los 60 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	4,40	5,05	4,10	13,55	4,52
A1	B2	22,25	18,80	20,10	61,15	20,38
A1	B3	4,75	8,45	4,70	17,90	5,97
A2	B1	1,59	1,15	1,37	4,11	1,37
A2	B2	13,00	16,10	12,85	41,95	13,98
A2	B3	2,30	1,60	4,85	8,75	2,92

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 10. Altura de la planta a los 90 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	14,70	15,50	14,00	44,20	14,73
A1	B2	21,35	24,80	25,00	71,15	23,72
A1	B3	9,30	11,70	10,90	31,90	10,63
A2	B1	6,60	5,90	3,05	15,55	5,18
A2	B2	22,50	26,20	25,80	74,50	24,83
A2	B3	7,50	5,85	12,90	26,25	8,75

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 11. Altura de la planta a los 120 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	22,35	20,45	21,10	63,90	21,30
A1	B2	33,10	37,00	38,10	108,20	36,07
A1	B3	27,50	28,25	26,55	82,30	27,43
A2	B1	11,30	11,70	9,10	32,10	10,70
A2	B2	37,75	37,60	39,20	114,55	38,18
A2	B3	17,05	19,10	21,40	57,55	19,18

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 12. Número de hojas a los 30 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
A1	B2	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
A1	B3	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
A2	B1	2,40	2,00	2,00	6,40	2,13
A2	B2	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
A2	B3	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 13. Número de hojas a los 60 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	3,90	4,20	3,40	11,50	3,83
A1	B2	4,20	4,00	4,00	12,20	4,07
A1	B3	3,40	4,00	4,00	11,40	3,80
A2	B1	3,80	2,50	2,40	8,70	2,90
A2	B2	3,20	3,90	3,40	10,50	3,50
A2	B3	3,10	3,40	3,70	10,20	3,40

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 14. Número de hojas a los 90 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	5,00	5,40	5,00	15,40	5,13
A1	B2	5,60	6,00	6,00	17,60	5,87
A1	B3	5,00	5,20	6,60	16,80	5,60
A2	B1	4,80	3,40	3,00	11,20	3,73
A2	B2	4,10	6,10	5,40	15,60	5,20
A2	B3	4,20	4,40	5,10	13,70	4,57

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 15. Número de hojas a los 120 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	6,40	5,80	6,40	18,60	6,20
A1	B2	8,60	9,00	8,80	26,40	8,80
A1	B3	6,80	8,00	8,80	23,60	7,87
A2	B1	4,80	4,20	3,70	12,70	4,23
A2	B2	5,80	7,40	7,90	21,10	7,03
A2	B3	5,60	6,00	7,50	19,10	6,37

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 16. Diámetro del tallo a los 30 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	1,02	1,01	0,95	2,98	0,99
A1	B2	1,12	1,06	0,97	3,16	1,05
A1	B3	1,13	1,07	1,06	3,25	1,08
A2	B1	0,89	0,85	0,89	2,62	0,87
A2	B2	1,27	1,22	1,08	3,58	1,19
A2	B3	0,77	0,96	0,82	2,55	0,85

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 17. Diámetro del tallo a los 60 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	1,72	1,72	1,59	5,04	1,68
A1	B2	3,71	3,52	3,96	11,18	3,73
A1	B3	3,06	3,02	2,68	8,76	2,92
A2	B1	1,17	1,17	1,17	3,52	1,17
A2	B2	3,44	3,29	3,34	10,07	3,36
A2	B3	1,29	1,41	1,70	4,40	1,47

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 18. Diámetro del tallo a los 90 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	3,99	3,72	4,08	11,79	3,93
A1	B2	6,82	7,08	6,92	20,82	6,94
A1	B3	5,27	6,00	4,33	15,60	5,20
A2	B1	3,26	3,56	3,12	9,94	3,31
A2	B2	6,56	6,94	6,35	19,85	6,62
A2	B3	4,92	3,79	6,01	14,72	4,91

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 19. Diámetro del tallo a los 120 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	7,25	6,57	7,29	21,10	7,03
A1	B2	12,48	13,74	14,11	40,33	13,44
A1	B3	10,02	10,37	10,19	30,58	10,19
A2	B1	6,17	6,37	6,51	19,05	6,35
A2	B2	13,25	11,77	13,96	38,98	12,99
A2	B3	10,19	8,66	9,87	28,72	9,57

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 20. Vigoridad de la planta a los 30 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	9,00	9,00	6,00	24,00	8,00
A1	B2	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00
A1	B3	9,00	9,00	6,00	24,00	8,00
A2	B1	6,00	6,00	9,00	21,00	7,00
A2	B2	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00
A2	B3	9,00	9,00	6,00	24,00	8,00

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 21. Vigoridad de la planta a los 60 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	3,00	3,00	3,00	9,00	3,00
A1	B2	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00
A1	B3	3,00	3,00	3,00	9,00	3,00
A2	B1	3,00	3,00	6,00	12,00	4,00
A2	B2	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00
A2	B3	3,00	3,00	3,00	9,00	3,00

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 22. Vigoridad de la planta a los 90 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	3,00	3,00	3,00	9,00	3,00
A1	B2	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00
A1	B3	6,00	3,00	6,00	15,00	5,00
A2	B1	3,00	3,00	3,00	9,00	3,00
A2	B2	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00
A2	B3	6,00	3,00	3,00	12,00	4,00

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 23. Vigoridad de la planta a los 120 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	3,00	3,00	6,00	12,00	4,00
A1	B2	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00
A1	B3	6,00	6,00	6,00	18,00	6,00
A2	B1	6,00	6,00	6,00	18,00	6,00
A2	B2	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00
A2	B3	9,00	6,00	6,00	21,00	7,00

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 24. Incidencia de plagas a los 30 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	6,50	6,50	6,50	19,50	6,50
A1	B2	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
A1	B3	4,50	4,00	4,00	12,50	4,17
A2	B1	7,00	6,50	6,50	20,00	6,67
A2	B2	4,00	4,00	4,00	12,00	4,00
A2	B3	5,00	2,00	4,00	11,00	3,67

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 25. Incidencia de plagas a los 60 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	7,00	6,50	6,50	20,00	6,67
A1	B2	3,00	3,00	2,00	8,00	2,67
A1	B3	4,00	7,00	7,00	18,00	6,00
A2	B1	6,50	6,50	6,50	19,50	6,50
A2	B2	2,00	2,00	3,00	7,00	2,33
A2	B3	2,00	2,00	4,00	8,00	2,67

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 26. Incidencia de plagas a los 90 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	4,00	4,00	4,00	12,00	4,00
A1	B2	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
A1	B3	2,00	4,00	4,00	10,00	3,33
A2	B1	4,00	3,50	4,00	11,50	3,83
A2	B2	3,00	2,50	2,00	7,50	2,50
A2	B3	2,00	2,00	5,00	9,00	3,00

Fuente: Datos registrados, 2010

Elaboración: Sarango, C. 2011.

**Anexo 27. Incidencia de plagas a los 120 días.**

Factor A	Factor B	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
A1	B1	4,00	3,50	4,00	11,50	3,83
A1	B2	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
A1	B3	2,00	2,00	2,00	6,00	2,00
A2	B1	4,50	3,50	4,00	12,00	4,00
A2	B2	2,50	2,00	3,00	7,50	2,50
A2	B3	2,00	2,00	4,00	8,00	2,67

**Fuente:** Datos registrados, 2010

**Elaboración:** Sarango, C. 2011.