

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

TEMA:

EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS FITOHORMONAS EN EL PRENDIMIENTO DE ESTACAS DE CAÑA GUADÚA (***Guadúa angustifolia***) EN EL SITIO EL MIRADOR, CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA BOLÍVAR.

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROFORESTAL OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, ESCUELA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL.

AUTOR:
DARWIN HERNÁN ANDRADE NÚÑEZ.

DIRECTOR:
ING. AGR. NELSON MONAR. G. M.Sc.

GUARANDA – ECUADOR

2013

EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS FITOHORMONAS EN EL PRENDIMIENTO DE ESTACAS DE CAÑA GUADÚA (***Guadúa angustifolia***) EN EL SITIO EL MIRADOR, CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO POR:

.....

ING. AGR. NELSON MONAR GAVILANEZ. M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

.....

ING. AGR. CARLOS MONAR BENAVIDES. M.Sc.

BIOMETRISTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DE TESIS

.....

ING. AGR. SONIA FIERRO BORJA. Mg.

ÁREA TÉCNICA

.....

ING. MILTÓN BARRAGAN CAMACHO. M.Sc.

ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroforestal, va dedicado con mucho amor, respeto y un sentimiento tan noble para:

Dios por derramar en mi muchas bendiciones

Mis abnegados PADRES que sacrificaron sus mejores años y supieron acompañarme en todo momento y con sus consejos supe salir adelante en todas las adversidades.

Mí querida Esposa e hija; quienes me apoyaron en todo momento, demostrando ser mis mejores amigas y de unos seres humanos para poder llegar hasta este sitial, porque tengo la dicha de caminar de la mano junto con ellas.

Darwin Hernán

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi eterno agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroforestal como formadores de grandes profesionales.

Exteriorizo mi gratitud y aprecio al Ing. Nelson Monar. M.Sc, quien con sus vastos conocimientos, me ayudó en la planificación, ejecución y culminación de esta investigación.

Mi eterno agradecimiento al Ing. Carlos Monar Benavides en el Área de Biometría por el apoyo incondicional desde el inicio hasta llegar a culminar con éxito este trabajo de investigación.

Hago énfasis del agradecimiento a los Miembros del Tribunal de Calificación de Tesis en las personas de la Ingeniera Sonia Fierro Borja en el Área Técnica e Ingeniero Milton Barragán Camacho en el Área de Redacción Técnica por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO **PÁG**

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN DE LITRERATURA 4

2.1. Orígen. 4

2.2. Taxonomía. 4

2.3. Clasificación botánica 5

2.4. Morfología 5

2.4.1 Raíz 5

2.4.2 Tallo o culmo 6

2.4.3. Hojas caulinares 6

2.4.3.1. Hojas de follaje 6

2.4.4. Flores 6

2.4.5. Semillas 7

2.4.6. Yemas 7

2.5. Condiciones ecológicas para el cultivo de guadúa (***Guadúa angustifolia***) 7

2.5.1. Clima 8

- Temperatura 8
- Altitud 8
- Precipitación 8
- Humedad relativa 8
- Brillo solar 9

2.5.2. Suelos 9

- Características físicas 9
- Características químicas 9

2.6. Reproducción y propagación 9

2.6.1. Reproducción sexual o por semilla 10

2.6.2. Reproducción asexual o vegetativa 10

- Ventajas y desventajas de la reproducción asexual. 11

2.7. Métodos de reproducción vegetativa de la guadúa 15
2.7.1. Método de chusquín 15
2.7.2. Propagación de guadúa por el método de ramas basales o "riendas laterales" 18
2.8. Fases vegetativas de la planta 20
2.9. Ciclo de vida de la guadúa o estados de madurez 21
2.9.1. Rebrote, renuevo o borracho 21
2.9.2. Guadúa juvenil- caña tierna verde o biche 21
2.9.3. Guadúa adulta - caña madura, hecha o gecha 21
2.9.4. Guadúa sobre madura, vieja o seca 22
2.10. Especies, variedades y biotipos de ***Guadúa angustifolia***. 23
2.10.1. Guadúa angustifolia 23
2.10.2. Guadúa amplexifolia 23
2.10.3. Guadúa angustifolia variedad bicolor 23
2.10.4. Guadúa angustifolia negra 24
2.10.5. Guadúa angustifolia biotipo cebolla 24
2.10.6. Guadúa angustifolia biotipo macana 24
2.10.7. Guadúa angustifolia biotipo castilla. 24
2.10.8. Guadúa angustifolia biotipo cotuda 24
2.11. Importancia y utilidad de la ***Guadúa angustifolia***. 25
2.11.1. Conservacionista 25
2.11.2. Ecológica. 25
2.11.3. Económica 25
2.11.4 Cultural 26
2.11.5. Paisajista. 26
2.11.6. Artesanal 26
2.11.7. Arquitectónica 26
2.11.8. Agroindustrial 27
2.11.9. La guadúa como reguladora de aguas o recarga hídrica 27
2.12. Biodiversidad en los guadúales 28
2.12.1. Flora en los guadúales. 29
2.12.2. Fauna en los guadúales 29

2.13. Plagas y enfermedades 30
2.13.1. Plagas 30
2.13.2. Enfermedades 31
2.14. Sustratos 32
2.14.1. Propiedades de los sustratos 32
2.14.2. Propiedades físicas 33
- Porosidad 33
- Densidad aparente 34
- Estructura 34
- Granulometría 35
- Propiedades químicas 35
- Relación Carbono – Nitrógeno (C/N). 36

2.14.3. Propiedades biológicas 38
2.15. Tipos de sustratos 40
2.16. Ventajas de la utilización de sustratos 42
2.17. Tipos de sustratos utilizados en la propagación de material vegetativo 42
2.17.1. Tierra de guabo. 43
2.17.2. Cáscara de cacao. 43
2.17.3. Humus de lombriz 44
2.17.4. Tierra del lugar 45
2.18. Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento 45
2.18.1. Las hormonas vegetales se clasifican en cuatro grupos 46
- Auxinas 46
- Citoquininas 48
- Giberelinas. 49

2.19. Características de las hormonas enraizadoras 50
2.19.1. Rootmost 50
- Composición porcentual 51
- Funciones principales 51
- Formas de aplicación 51
- Fertirrigación 51
- Tratamientos localizados 52

- Vía foliar.....52
- Tratamientos de estacas.....52
- Compatibilidad 52

5.19.2. Cytokin 52

- Uso en hortalizas.....52
- Uso en frutales 53
- Ingrediente activo.....53
- Compatibilidad 53

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....55

3.1. Materiales 55

3.1.1 Ubicación del experimento.....55

3.1.3. Zona de vida.....55

3.1.4. Material experimental.....56

3.1.5. Materiales de Campo.....56

3.1.6. Materiales de Oficina 56

3.2 Metodos.....57

3.2.1. Factores de estudio.....57

3.2.2. Tratamientos: Combinación de factores AxB.....57

3.2.3. Tipo de diseño.....57

3.3. Procedimiento:.....58

3.4. Tipo de Análisis. 58

3.4.1. Análisis de Varianza (ADEVA).....58

3.5. Métodos de evaluación y datos tomados.....59

3.5.1. Porcentaje de plántulas prendidas (PPP) 59

3.5.2. Número de brotes por planta (NBPP) 59

3.5.3. Altura del brote en cm (AB) 59

3.5.4. Número de hojas (NH) 59

3.5.5. Número de entrenudos (NEN) 60

3.5.6. Longitud de entrenudos en cm (LEN).....60

3.5.7. Diámetro del tallo en mm (DT) 60

3.5.8. Porcentaje de sobrevivencia (PS).....60

3.5.9. Volumen de la raíz en cm^3 (VR). 60
3.5.10. Longitud de la raíz en cm (LR). 61
3.5.11. Registros de costos (RC). 61
3.6. Manejo del experimento en el vivero 61
3.6.1. Instalación del vivero. 61
3.6.2. Obtención y preparación de los sustratos. 62
- Tierra de huerta de guabo. 62
- Humus de lombriz 62
- Cáscara de cacao 62
- Tierra del lugar 62

3.6.3. Análisis físico químico de los sustratos 62
3.6.4. Distribución de unidades investigativas 63
3.6.5. Desinfección del sustrato 63
3.6.6. Llenado de fundas 63
3.6.7. Obtención de las estacas 63
3.6.8. Plantación de la estacas 63
3.6.9. Control de malezas 64
3.6.10. Control de plagas 64
3.6.11. Riego 64

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 65

4.1. Porcentaje de plantulas prendidas a los 30 días (PPP 30 días); 60 días (PPP 60 días) y porcentaje de sobrevivencia (PS). 65
4.2. Número de brotes por planta a los 60 y 90 días (NBPP) 74
4.3. Altura del brote en cm (AB) a los 30; 60 y 90 días. 80
4.4. Número de hojas (NH) a los 30, 60 y 90 días. 89
4.55. Número de entrenudos (NEN), longitud de entrenudos (LEN) y diametro del tallo (DT) a los 90 días. 98
4.6. Volumen de raíz en cm^3 (VR) y longitud de raíz en cm (LR) a los 90 días. 107
4.7. Coeficiente de variación (CV%). 113
4.8. Análisis de correlación y regresión. 114
4.9. Análisis económico. 115

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 119
5.1. Conclusiones..... 119
5.2. Recomendaciones..... 120

VI. RESUMEN Y SUMMARY..... 121
6.1 Resumen. 121
6.2. Summary..... 123

VII. BIBLIOGRAFÍA..... 125

ANEXOS

.

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. **PÁG**

1. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tipos de sustratos en las variables PPP 30 días; PPP 60 días y porcentaje de sobrevivencia de planta a los 90 días (PS)..... 65
2. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en las variables PPP 30 días; PPP 60 días y porcentaje de sobrevivencia de planta a los 90 días (PS)..... 66
3. Resultados del análisis de efecto principal de tipos de hormonas en las variables PPP 30 días; PPP 60 días y porcentaje de sobrevivencia de planta a los 90 días (PS)..... 67
4. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tipos de sustratos en las variables NBPP a los 60 y 90 días..... 74
5. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en las variables NBPP a los 60 y 90 días. 74
6. Resultado del análisis de efecto principal de tipos de hormonas en las variables NBPP a los 60 y 90 días 75
7. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tipos de sustratos (A) en la variable AB en cm a los 30, 60 y 90 días..... 80
8. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en la variable AB en cm a los 60 y 90 días..... 81
9. Resultados del análisis de efecto principal de tipos de hormonas en las variables AB en cm a los 30; 60 y 90 días. 82
10. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de sustratos en la variable NH a los 30, 60 y 90 días..... 89
11. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en la variable NH a los 30, 60 y 90 días..... 90
12. Resultados del análisis de efecto principal de tipos de hormonas en las variables NH en cm a los 30; 60 y 90 días. 91

13. Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de sustratos (A) en las variables NEN, LEN y DT en mm a los 90 días. 98
14. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedio de tratamientos (AxB) en las variables NEN; LEN y DT en mm a los 90 días. 99
15. Resultados del análisis de efecto principal de tipo de hormonas en las variables NEN, LEN en cm y DT en mm a los 90 días. 100
16. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de sustratos (A) en las variables VR en cm^3 y LR en cm a los 90 días. 107
17. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedio de tratamientos (AxB) en las variables VR en cm^3 y LR en cm a los 90 días. 107
18. Resultados del análisis de efecto principal de tipo de hormonas en las variables VR en cm^3 y LR en cm a los 90 días a los 90 días. 108
19. Costo de materiales e insumos que varían en cada tratamiento..... 116
20. Análisis económico de presupuesto parcial. 116
21. Análisis de dominancia 117
22. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno. 117

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. **PÁG**

1. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 días. 67
2. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 60 días. 68
3. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días. 68
4. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 días. 69
5. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 60 días. 69
6. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días. 70
7. Tipos de hormonas en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 días. 70
8. Tipos de hormonas en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 días. 71
9. Tipos de hormonas en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días. 71
10. Tipos de sustratos en la variable número de brotes por planta a los 60 días. 75
11. Tipos de sustratos en la variable número de brotes por planta a los 90días. 76
12. Interacción de factores (AxB) en la variable número de brotes por planta a los 60 días. 76
13. Interacción de factores (AxB) en la variable número de brotes por planta a los 90 días. 77
14. Tipos de hormonas en la variable número de brotes por planta a los 60 días. 77

15. Tipos de hormonas en la variable número de brotes por planta a los 90 días. 78
16. Tipos de sustratos en la variable altura del brote a los 30 días. 82
17. Tipos de sustratos en la variable altura del brote a los 60 días 83
18. Tipos de sustratos en la variable altura del brote a los 90 días. 83
19. Interacción de factores (AxB) en la variable altura del brote a los 30 días. 84
20. Interacción de factores (AxB) en la variable altura del brote a los 60 días. 84
21. Interacción de factores (AxB) en la variable altura del brote a los 90 días. 85
22. Tipos de hormonas en la variable altura del brote a los 30 días. 85
23. Tipos de hormonas en la variable altura del brote a los 60 días. 86
24. Tipos de hormonas en la variable altura del brote a los 90 días. 86
25. Tipos de sustratos en la variable número de hojas por plantas a los 30 días. 91
26. Tipos de sustratos en la variable número de hojas por plantas a los 60 días. 92
27. Tipos de sustratos en la variable número de hojas por plantas a los 90 días. 92
28. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas por plantas a los 30 días. 93
29. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas por planta a los 60 días. 93
30. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas por planta a los 90 días. 94
31. Tipos de hormonas en la variable número de hojas por planta a los 30 días. 94
32. Tipos de hormonas en la variable número de hojas por planta a los 60 días. 95
33. Tipos de hormonas en la variable número de hojas por planta a los 90 días. 95

34. Tipos de sustratos en la variable número de entrenudos por planta a los 90 días. 100
35. Tipos de sustratos en la variable longitud de entrenudos por planta a los 90 días. 101
36. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo por planta a los 90 días. 101
37. Interacción de factores (AxB) en la variable número de entrenudos por planta a los 90 días 102
38. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de entrenudos por planta a los 90 días 102
39. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del tallo por planta a los 90 días 103
40. Tipos de hormonas en la variable número de entrenudos por planta a los 90 días 103
41. Tipos de hormonas en la variable longitud de entrenudos por planta a los 90 días 104
42. Tipos de hormonas en la variable diámetro del tallo por planta a los 90 días. 104
43. Tipos de sustratos en la variable volumen de raíz por planta a los 90 días. 108
44. Tipos de sustratos en la variable longitud de raíz por planta a los 90 días. 109
45. Interacción de factores (AxB) en la variable volumen de raíz por planta a los 90 días. 109
46. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de raíz por planta a los 90 días. 110
47. Tipo de hormonas en la variable volumen de raíz por planta a los 90 días. 110
48. Tipo de hormonas en la variable longitud de raíz por planta a los 90 días. 111

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No.

1. Ubicación del lugar del ensayo
2. Análisis de químicos de los sustratos
3. Base de datos. Echeandía. 2011
4. Fotografías del seguimiento y evaluación de la investigación
4.1. Adecuación del sitio para establecer el ensayo
4.2. Construcción de umbráculo: Medidas de 6 m x 11,50 m, altura 6 m
4.3. Compra de cáscara de cacao para elaboración de sustrato
4.4. Desinfección de sustratos
4.5. Llenado de fundas con el correspondiente sustrato
4.6. Distribución de unidades experimentales aplicación de un DBCA
4.7. Selección de plantas madres para la obtención de estacas
4.8. Obtención de estacas
4.9. Fitohormonas utilizadas en la investigación
4.10. Inmersión de estacas en la fitohormona
4.11. Plantación de estacas en las fundas
4.12. Muestras de sustratos para enviar a realizar análisis de suelos
4.13. Aplicación de riego con regadera de flor fina
4.14. Evaluación de la altura de brote en cm a los 30 días
4.15. Visita del Tribunal de Tesis
4.16. Evaluación del número de hojas a los 60 días
4.17. Evaluación del Número de brotes a los 90 días
4.18. Evaluación del diámetro del tallo en mm a los 90 días
4.19. Capacitación a Técnicos y productores de la zona
4.20. Visita de autoridades de la Universidad al ensayo de investigación
4.21. Evaluación de la longitud de raíz en cm a los 90 días
4.22. Evaluación del volumen de raíz en cm^3 a los 90 días
5. Glosario de Términos Técnicos

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, se empieza a mirar a la caña guadúa como una alternativa ecológica, ya que su uso en varios procesos productivos reduciría el impacto sobre los bosques nativos, porque la guadúa puede ser un sustituto de la madera.

La guadúa ejerce un gran impacto en la recuperación del ecosistema, ya que la mayor parte de los bosques que forma esta planta se encuentran ubicados a lo largo de las cuencas hidrográficas, ejerciendo un efecto protector contra la degradación de las riveras de los ríos. (http://www. ecuabambu.org.com.html)

Este es uno de los cultivos con gran potencial económico, ya que, según un estudio realizado por la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones, se estima que su producción, transformación y comercialización, aporta a la economía mundial cerca de $7 200 millones. (CORPEI, 2008)

En el Ecuador la guadúa es el material más utilizado para el soporte de la planta de banano, lo que indica que esta área es una de las principales consumidoras de esta especie forestal. En la actualidad la guadúa se está industrializando, convirtiéndose en la materia prima para la fabricación de muebles, adornos y otras artesanías.

En el año 2005 en nuestro país existían 13 mil hectáreas de caña y, en 2007, esta cifra se redujo a 7.000 hectáreas como consecuencia de la tala indiscriminada del cultivo. (http://www.guadúa.biz.html)

En la provincia Bolívar y específicamente en el cantón Echeandía, es muy utilizada en el área de la construcción de viviendas especialmente para los estratos sociales más pobres, además en los sectores agrícolas campesinos utilizan el agua que almacena la caña en sus entrenudos, como medicina natural.

A nivel mundial, nacional y local se han venido utilizando diferentes tipos de sustratos los cuales ayudan a obtener altos porcentajes de germinación y prendimiento debido a las características físicas, químicas y biológicas que son favorables. (Ansorena, J. 1994)

Los sustratos, sea estos empleados puros o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando por tanto un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. (http://www.lagranja.com./suelo-organico.htm-17k.html)

El efecto inicial preciso de la hormona que subsecuentemente regula este arreglo diverso de eventos fisiológicos no es aún conocido, durante la elongación celular inducida por la auxina se piensa que actúa por medio de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones, que pasa en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas. (Nieto, A. 2002)

En la Guadúa existe un gran potencial para la solución de muchos problemas en especial de viviendas y no se puede pasar por alto especialmente en el guadúa; alimentación, producción de etanol, alcohol, celulosa, carbón, usos medicinales, bosques protectores "sumidero de carbono, control de erosión, paisajístico y otros. Su importancia se evidencia desde el "I Congreso Mundial de Band Pereira 1992, hasta los distintos foros y seminarios sobre el tema y el reciente "simposio sobre los usos y servicios de la guadúa y es el grupo más diverso de plantas de la familia de las gramíneas herbáceas. La guadúa es muy adaptable y algunas especies son caducas y otras de hoja perenne. (Gispert, C. 1993)

Debido a las limitaciones de esterilidad de las flores de la guadúa, hay una limitado oferta de plantas en viveros establecidos y además no se puede obtener una cantidad suficiente de material vegetativo necesaria para la forestación y reforestación de fuentes hídricas como parte de Subcuencas y cuencas hidrográficas.

De la selección de los sustratos apropiados como medios de propagación de esta especie forestal dependerá la rapidez del prendimiento de las estacas, además tienen como función servir de sostén a las plantas, proporcionar nutrientes y facilitar el desarrollo de la raíz y la absorción de agua, el sustrato o el suelo artificial deben suministrar a la planta, al igual que el suelo mineral, las cantidades adecuadas de aire, y nutrientes minerales. (http://www.lagranja.com./suelo-organico.htm-17k.html)

Las hormonas vegetales tienen que ver principalmente con la estimulación de las raíces, el aumento de la floración, la maduración del fruto y, en general, con el crecimiento y desarrollo de la planta y de todos sus órganos. No todas las sustancias tienen los mismos efectos sobre los mismos procesos fisiológicos. (Nieto, C. 2002)

Los objetivos que se plantearon en esta investigación fueron:

- Determinar el efecto de cuatro tipos de sustratos orgánicos sobre el prendimiento de plantas de guadúa en vivero.

- Medir la respuesta de dos tipos de hormonas en la propagación asexual de plantas de guadúa en vivero y su efecto en los componentes de prendimiento y sobrevivencia de plantas.

- Realizar un análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno (TMR %)

II. REVISIÓN DE LITRERATURA

2.1. Origen

La Guadúa (***Guadúa agustifolia***), crece sobre todo en regiones tropicales y subtropicales, desde el nivel del mar hasta las zonas cubiertas por nieves perpetuas; sólo algunas especies se extienden hasta las regiones templadas. Es muy abundante en el sureste de Asia y hay algunas especies en América y África, y ninguna en Australia. (BIBLIOTECA DE CONSULTA ENCARTA ® 2009)

2.2. Taxonomía

La Guadúa es un guadúa espinoso perteneciente a la Familia Poacecae, a la sub-familia Bambusoideae y la tribu Bambuseae**.** En 1820, el botánico Kunth, constituye este género utilizando el vocablo "guadúa" con el que los indígenas de Colombia y Ecuador se referían a este guadúa. Este género, que reúne aproximadamente 30 especies, se puede distinguir de los demás participantes por los tallos robustos y espinosos, por las bandas de pelos blancos en la región del nudo y por las hojas caulinares en forma triangular. Sin embargo, sus caracteres más fuertes son la presencia de quillas aladas en la palea del flósculo de la espiguilla, la presencia de 3 estigmas plumosos al final del estilo y 6 estambres. (http://www.neotropico.com.html)

La especie ***Guadúa agustifolia*** sobresale dentro del género por sus propiedades físico – mecánicas y por el tamaño de sus culmos que alcanzan hasta 30 metros de altura y 25 centímetros de diámetro. Ha sido seleccionada como una de las veinte especies de guadúas mejores del mundo ya que su capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión, la convierten en un material ideal para construcciones sismorresistentes. Esta especie crece naturalmente en Colombia, Ecuador y Venezuela, pero ha sido introducida a Centro América, Isla del Caribe, Hawai y Asia. Reúne dos variedades: ***G. angustifolia*** var. bicolor y ***G.***

angustifolia *var. nigra*, y varias formas: “cebolla”, “macana”, “castilla”. (Gispert, C. 1983)

2.3. Clasificación botánica

Reino	Vegetal
División	Espermatofita
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Lilopsidas/Monocotiledónea
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales/Glumiflorales
Familia	Gramineae o Paceae
Subfamilia	Bambusoidae
Supertribu	Bambusodae
Tribu	Bambuseae
Subtribu	Guaduinae
Género	Guadúa
Especie	Angustifolia

(http://www.neotropico.com.html)

2.4. Morfología

2.4.1 Raíz

El sistema radicular está formado por raíces, raicillas y por los rizomas, los mismos que corresponden a modificaciones, con la diferencia de que este crece hacia fuera y los rizomas son subterráneos. En el rizoma se encuentran las yemas, de cuya activación se generan nuevos rizomas y por tanto nuevos tallos. (Escobar, A. et, al. 2002)

2.4.2 Tallo o culmo

El culmo, también llamado "cogollo" o "espolón" por nuestros campesinos, al emerger del suelo lo hace con un tallo definitivo. Un tallo o culmo adulto, alcanza una altura entre 15 y 25 metros. Es leñoso, recto ligeramente arqueado en la punta, y está formado por muchos nudos y entrenudos llamados "canutos". Alrededor de cada nudo aparece una banda blanca, que es una de las características de identificación de la especie. (Mainardi, F. 1980)

2.4.3. Hojas caulinares

Las hojas son de color marrón o café claro, protegen al tallo y sus yemas durante su crecimiento inicial los primeros meses. Mientras un tallo conserva las hojas caulinares o "polainas" se lo consideran como un brote o renuevo, los campesinos lo llaman "borracho". Son de forma triangular, fuertes, con pelillos en su parte exterior y lustroso por el interior. Las hojas caulinares o polainas se desprenden del culmo, cuando salen las ramas que brotan de las yemas.
(http://www.guadúa.biz.html)

2.4.3.1. Hojas de follaje

Las hojas del follaje ubicadas en las ramas, son lanceoladas, alternas y simples. Su longitud varía entre 8 y 20 cm y su ancho está entre 1,5 y 3,5 cm Por el revés presenta pubescencias (pelillos) blanquecinos esparcidos.
(http://www.bambooftheamericas.org.html)

2.4.4. Flores

La guadúa florece esporádicamente. Las flores están dispuestas en grupos, en los extremos de las ramas, son escasas y nada vistosas. El extremado calor producido por incendios forestales también las hace florecer, no importando para ello la edad o el tamaño de la planta. (http://www.infoagro.com.html)

2.4.5. Semillas

Las flores, generan espigas que luego se convierten en semillas que se asemejan a granos de arroz, tamaños y cubiertos. (http://www.ecuabambu.org.html**)**

2.4.6. Yemas

Las yemas están presentes en el tallo o culmo, en las ramas y en los rizomas o en las raíces que favorecen la reproducción y propagación vegetativa. (Mainardi, F, 1980)

2.5. Condiciones ecológicas para el cultivo de la guadúa (<u>Guadúa angustifolia</u>)

Ecológicamente los "guadúales" son comunidades formadas por la especie Guadúa angustifolia asociadas con una vegetación variada y numerosa, originada de una flora heterogénea preandina, con los mismos géneros y familias iniciales, que determinan una triestratofitia característica de las sociedades vegetales más altamente desarrolladas y evolucionadas del mundo.

Existen rodales de guadúa, altamente diferenciados en su desarrollo vegetativo, en el bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST), bosque húmedo subtropical (bh-ST), bosque seco tropical (bs-T) y bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB). La especie existe tanto en la región tropical como en la subtropical, pero se encuentra en mayores áreas en los bosques húmedos y muy húmedos concentrándose en las denominadas laderas de montaña y en las vegas de los ríos. (http://www.guadúa.biz.html)

2.5.1. Clima

- **Temperatura**

Es uno de los factores climáticos limitante en la distribución de esta especie. El rango óptimo oscila entre los 20º C y los 26º C. Cuando se cultiva en lugares donde los rangos de temperatura se alejan del óptimo, los diámetros y las alturas de los tallos resultan menores, afectándose notoriamente el desarrollo vegetativo a temperaturas bajas. (http://www.ecuador.fedexpor.com/oferta.html)

- **Altitud**

La Guadúa angustifolia crece entre los 0 y los 2.000 metros sobre el nivel del mar, pero el óptimo desarrollo se logra entre los 1.000 y los 1.600 msnm. (http://www.ecobambu.com.html)

- **Precipitación**

Esta especie crece deficientemente en áreas donde la precipitación es inferior a 1.200 mm anuales. Los mejores rodales se presentan cuando el rango de precipitación se ubica entre los 2.000 mm y los 2.500 mm/año. (http://www. bambuguaduapremier.com.html)

- **Humedad relativa**

Factor muy importante en el desarrollo de la especie. La humedad que más favorece el desarrollo de los bosques de guadúa está comprendida entre el 75% y el 85%. (Moreno, L. et, at. 2006).

- **Brillo solar**

La luminosidad para un excelente desarrollo de la guadúa debe estar comprendida entre 1.800 y 2.000 horas/luz/año, aproximadamente de 5 a 6 horas/luz/día. (Camacho, V. y Páez, H. 2002).

2.5.2. Suelos

- **Características físicas**

Los suelos que más favorecen el desarrollo de la guadúa son los areno-limosos, francos, francos-arenosos, franco - limosos. Los perfiles de suelos ideales son los que presentan texturas gruesas y medías. Suelos pesados o arcillosos no son buenos para el desarrollo de la planta. En suelos ricos en materia orgánica, con buenos drenajes, húmedos pero no inundables, es donde mejor se comporta la guadúa. (Tellez, V. 2003)

- **Características químicas**

El pH adecuado para el establecimiento de rodales de guadúa es de 5.5 a 6.0, moderadamente ácidos.

La mayoría de los guadúales se encuentran en suelos derivados de cenizas volcánicas, con un porcentaje bajo de saturación de bases, pobres en Fósforo y mediano en Potasio. (Rainbow, A. y Wilson, N. 1998)

2.6. Reproducción y propagación

Existen dos formas de reproducción o propagación de la guadúa:

2.6.1. Reproducción sexual o por semilla

Considerando que la reproducción sexual o por semillas mantiene la variabilidad genética y el avance evolutivo de la especie, la propagación vegetativa se orienta a la reproducción idéntica de plantas con características deseables como la alta productividad, calidad superior o tolerancia al estrés biótico o abiótico y como tal, juega un papel muy importante en la permanencia de una característica ideal de una generación a otra.

Este método no es fácil ni práctico, debido a que su fructificación es esporádico, la mayoría de las semillas es vana y de bajo vigor. (Moreno, L. et, at. 2007)

2.6.2. Reproducción asexual o vegetativa

La reproducción o propagación vegetativa se define como la reproducción de una planta a partir de una célula un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc.). Esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales ya maduros conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces; estos grupos celulares forman parte de meristemos primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas. (Escobar, A. et, al. 2002)

Las células no diferenciadas que los conforman tienen la información genética y las propiedades fisiológicas de producir una nueva planta con iguales características de la planta madre, propiedad conocida como totipotencia.

La propagación vegetativa es practicada desde el inicio de la agricultura, en los procesos de domesticación de las especies que hoy se cultivan; se tienen reportes históricos que este método se ha usado en árboles frutales en el Mediterráneo desde los tiempos bíblicos; hoy en día, continúa siendo de gran valor en los

esfuerzos de domesticación de esta clase de especies. La propagación vegetativa comprende según sea la complejidad del caso, desde procedimientos sencillos, conocidos de tiempos inmemoriales por los campesinos de todo el mundo, hasta procedimientos tecnológicamente muy avanzados, basados en la tecnología del cultivo de tejidos vegetales. (Vásquez, C. et, al. 1997)

Existen muchos métodos de reproducción asexual de acuerdo a la parte de la planta que se va a utilizar, entre los principales métodos tenemos:

- **Ventajas y desventajas de la reproducción asexual**

La propagación asexual o vegetativa es una técnica que ha adquirido gran importancia en la multiplicación y conservación de especies en peligro de extinción o amenazadas, principalmente de especies arbóreas tropicales.

Ventajas

- Valorar genéticamente material vegetal, incluyendo estudios de interacción genotipo ambiente, manifestaciones juveniles y maduras de una misma característica, etc.
- Preservar genotipos y complejos genéticos en bancos clonales y arboretos.
- Acortar ciclos reproductivos para acelerar procesos de cruzamiento y prueba.
- Conservar genotipos superiores que determinan características genéticas favorables (resistencia a plagas y/o enfermedades, crecimiento, producción, calidad de frutos, tolerancia a condiciones extremas de humedad o sequía, etc). Estas características se pueden "perder" por el cruzamiento genético en la propagación sexual.
- Ser más eficiente cuando la reproducción sexual no es el método más viable o eficaz.
- Propagar especies que sus semillas presentan problemas de germinación o de almacenamiento o que son de ciclo reproductivo largo.

- Aprovechar las características genéticas favorables de dos plantas en una sola planta.
- Manejar las diferentes fases del desarrollo de las plantas.
- Obtener plantaciones uniformes o la producción de un determinado número de individuos con identidad genética. (Zobel, B. et, al. 1994)

Desventajas

Una limitante de la propagación vegetativa a tener en cuenta es:

La dispersión de enfermedades, especialmente bacteriales y virales. Una vez una planta se infecta con un virus a menudo a través de los insectos chupadores como los áfidos o mediante el uso de herramientas, puede transmitirse rápidamente dentro del sistema de la planta. De tal manera que si se obtiene un esqueje (estaca, yema, etc.) éste también llevará consigo la enfermedad. En los injertos la enfermedad presente en el patrón puede pasar a la yema injertada, como sucede en los cítricos donde enfermedades virales pueden afectar ambiciosos planes de propagación vegetativa. Se han desarrollado varios métodos sofisticados eliminar estos patógenos de las plantas, como la termoterapia, quimioterapia y micro injerto de ápice caulinares o las combinaciones de éstos. Estos métodos normalmente están disponibles en los laboratorios de biotecnología.

La estrechez genética de las poblaciones propagadas vegetativamente suele convertirse en un problema, pues este tipo de reproducción no permite la recombinación genética que favorece la evolución y adaptación de las especies. En caso de implementarse masivamente este método, debe ser una norma, la búsqueda constante de clones elite con características deseables pero provenientes de diferentes ambientes, que permitan llevar a su vez la variabilidad genética de sus sitios de origen. (Escobar, A. et, al. 2002)

2.7. Factores que afectan el enraizamiento de estacas

Los fenómenos de la emisión radical no se desarrollan de manera aislada en el vegetal, son parte integrante del funcionamiento general de éste, de hecho "controlados" en parte por la acción integral de un cierto número de factores todavía no explicados en su totalidad. La actividad del cambium ejerce igualmente una influencia, cuanto más importante sea esta actividad, mejor será la calidad y la rapidez del enraizamiento. Parece igualmente que las yemas y las hojas sean el asiento privilegiado de una cierta forma de "memoria" que dirige a las células hacia la organización de meristemos radicales. El hecho de tomar una estaca y de separarla de la planta madre parece que suprime ciertas correlaciones y su efecto es más profundo en algunas especies. (Castrillón, B. y Malaver, D. 2004)

El origen genético: Esta aptitud para la emisión de raíces no es fácil de determinar visualmente y sólo la experiencia permite seleccionar los pies madres que la poseen. Una regla general que en el interior de un mismo clon, las plantas que brotan en la cepa tienen una mejor aptitud para la propagación por estacas.

Estado fisiológico: Su importancia es grande, es la resultante de diversos componentes del metabolismo más o menos influenciados por factores exógenos. (Vásquez, C. et, al. 1997)

Se puede distinguir entre los principales factores que del tejido (estados de desarrollo), la regulación hormonal, las condiciones de luz y temperatura de la planta madre y del ambiente de la estaca y el estado nutricional de la planta donante; en este caso el área foliar de la planta madre influye vía fotosíntesis en una adecuada reserva nutricional de la estaca pues la iniciación de raíces requiere de metabolitos y nutrientes. En algunos casos la estaca también requiere de presencia de follaje para enraizar, pues sus reservas nutritivas no permiten la creación de nuevas estructuras, por lo tanto para este caso, las estacas deberán mantener cierto número de hojas. No se debe olvidar que también puede aumentar la transpiración, para evitar muerte por desecamiento de la estaca, las condiciones

ambientales del sitio de propagación deberán ser muy bien controladas. (Buikman, H. y Brady, N. 1985).

Aspectos fitosanitarios: El estado de salud de las plantas donantes y de las yemas también es importante. (Malaver, D. 2007)

Hay que evitar colectar yemas de plantas enfermas, especialmente de bacterias, virus u hongos. Esto no solamente afecta el proceso de enraizamiento, sino que se puede expandir el problema cuando la yema se trasplante al campo. En algunos casos, las yemas pueden ser tratadas con pesticidas o mojadas en una mezcla con esterilizante como hipoclorito (blanqueador). (Zobel, B. et, al. 1994)

Ventajas y desventajas

Como todos los sistemas de propagación, la propagación por estacas presenta ventajas y desventajas, dentro de las ventajas se tienen:

- Rápida propagación de plantas
- De una sola planta se obtienen un gran número de nuevas plantas,
- Se requiere poco espacio para realizar la propagación.
- Bajo costo en la propagación y su manejo.
- Homogeneidad de las nuevas plantas obtenidas.
- No se presentan problemas de incompatibilidades en la propagación.
- Conservación de las características genéticas. (Vásquez, C. et, al. 1997)

Las desventajas que puede presentar este método son:

- Susceptibilidad a condiciones desfavorables, especialmente en el área radicular.
- No es posible manejar características genéticas que permitan obtener plantas pequeñas y precoces. (Escobar, A. et, al. 2002)

2.8. Métodos de reproducción vegetativa de la guadúa

2.8.1. Método de chusquín

De todos los métodos de reproducción asexual de la guadúa, este ha presentado los mejores resultados, por la rapidez para multiplicar el número de plántulas.

Los chusquines son brotes en forma de ramillas que salen de la planta madre cuando ha sido cortada, estas pequeñas plántulas están unidas mediante raíces al rizoma madre por convergencia a una profundidad aproximada de 15 cm y diámetros que oscilan entre 0,1 y 1.5 mm.

Los tallos del chusquín son delgados con alturas entre 10 y 30 cm y diámetros entre 1 y 2.5 mm. (http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html)

También, se dice que un chusquín es una degradación del cultivo, lo cierto es que estas pequeñas plántulas las encontramos en cultivos de guadúa, que han sido aprovechados 2-3 meses atrás, donde la planta madre dará origen a un pequeño hijo, o en la mayoría de los casos los restos del material vegetal de la cosecha, por efecto de la humedad y altas temperatura, las yemas se activan y dan origen a un gran número de plántulas.

Para extraer los chusquines debe hacérselo con mucho cuidado con la ayuda de un machete corto y ancho para no dañar las raíces, ponerlas bajo sombra y humedecerlas constantemente para mantenerlos frescos.
(http://www.infoagro.com.html)

Con fines de propagación se deben tener en cuenta las plántulas obtenidas de los bosques vigorosos y sanos.

Pasos para la obtención del chusquín

- Identificados los bosques y los chusquines, se procede a separar las plántulas del rizoma con la ayuda de un palín o machete cortante.
- Separado el chusquín del rizoma se saca con la mayor cantidad de suelo posible adherido a sus raíces a las cuales se les debe evitar rupturas.
- Previamente se han llenado con tierra, bolsas de tamaño cafetero y allí en condiciones de sombra, se siembra un chusquín en cada bolsa. El riego debe ser permanente.
- Las plántulas prendidas se siembran en el área destinada como banco de propagación a una distancia de 0.30 m entre surcos por 0.30m. entre plantas. En esta área el riego es indispensable.
- Con buen manejo cada chusquín sembrado, a los 3 o 4 meses de edad, genera en promedio 10 brotes con diferentes edades y desarrollo pero todos aptos para ser trasplantados.
- A esa edad, se remueve el suelo y se arranca tanto el Chusquín iniciador del proceso como los nuevos chusquines generados. Vale recordar que todos los chusquines brotes o renuevos están unidos unos a otros a través de sus pequeños rizomas. Las plántulas obtenidas deben ser colocadas inmediatamente en un recipiente con agua para evitar su deshidratación.
- En una caseta de trasplante o en condiciones de umbráculo se procede a hacer el deshije o separación de las plántulas, sembrándose cada una de ellas en bolsas. A menor grado de deshidratación mayores porcentajes de prendimiento.
- De todos los chusquines se seleccionan los mejores, determinando su vigor y apariencia vegetativa, los cuales se siembran nuevamente en bancos de propagación para continuar el ciclo.
- Cuando los chusquines trasplantados en bolsas son llevados a condiciones de invernadero con una temperatura de 30ºC y humedad relativa del 75% al 85%, el porcentaje de prendimiento es superior al 98%.

- Igualmente, con chusquines obtenidos en viveros y previamente seleccionados se puede lograr la propagación de la especie, siguiendo los pasos anteriores. (http://www.guadúa.biz**.**html)

Recomendaciones generales para el establecimiento de guaduales a partir de plántulas chusquines

- Seleccione la distancia de siembra. Como bosque protector de suelos o cuencas, siembre en triángulo a 3 m x 3 m x 3 m de distancia entre plántulas y en el caso de conservación de corrientes hídricas, siembre a partir de un metro del talud del río o quebrada. Como bosque productor aprovechable, siembre en cuadro a 5 m x 5 m de distancia entre plántulas, lográndose una densidad de siembra de 400 plantas por hectárea.
- Para el establecimiento de bosques protectores, sólo si es estrictamente necesario, realice una rocería moderada, para que se facilite el trazado. Luego efectúe un plateo en el sitio donde sembrará cada uno de los chusquines.
- Para el establecimiento de bosques productores, haga una limpia general del área y proceda a trazar. En un comienzo el cultivo se puede asociar con leguminosas como el fríjol, soya, caña valía, etc.
- Para siembra de las plántulas, haga hoyos de 0.40 m x 0.40 m x 0.40 m
- Retire la bolsa plástica del pilón de suelo, donde se encuentra el chusquín.
- Coloque la plántula en el hoyo, evitando dañar el pilón de suelo.
- Con una mezcla de 3 partes de suelo por una de materia orgánica bien descompuesta, termine de rellenar el hoyo. La materia orgánica puede ser gallinaza, cenichaza, porquinaza o pulpa de café.
- El agua es el factor más importante para que las plántulas prendan. Siembre en época de lluvias. El suelo debe permanecer húmedo durante los primeros 30 días de sembrada la planta.
- Siempre se debe mantener plateado alrededor de la planta. La ausencia de vegetación favorecerá el desarrollo del chusquín.

- A los 10 días de sembrado el chusquín fertilice la zona de plateo con 30g. de triple 15, a los seis meses con 30g. de triple 15 y a los 12 doce meses con 60 gr del mismo fertilizante. Este debe ser esparcido en la zona de plateo.
- Continué aplicando materia orgánica en la zona de plateo, aproximadamente un Kilo por planta. Si practica fertilizaciones químicas es aconsejable la recomendación de un técnico.
- Hasta el tercer año de edad del guadual, solo se deben cortar los tallos y ramas que estén totalmente secos. A partir de esta edad y hasta los 6 años, se pueden entresacar los tallos maduros o "hechos". Después de los 6 años se pueden iniciar los aprovechamientos comerciales, los cuales están sujetos a estudios realizados por profesionales competentes.
  (Moreno, L. et, at. 2007)

2.8.2. Propagación de guadúa por el método de ramas basales o "riendas laterales"

Los tallos aéreos de la guadúa muestran en el cuarto inferior, unas ramas básales, llamadas normalmente "riendas laterales" o "ganchos". Estas ramas tienen crecimientos distintos a las ramas superiores o apicales, pues crecen paralelas al suelo y luego por su peso se entierran. Tienen funciones de protección y propagación de la planta. (http://www.bambooftheamericas.org.html).

Pasos

- Se selecciona la planta con características vigorosas, sanas y bien desarrolladas, con un buen número de ramas básales en el cuarto inferior del culmo o tallo aéreo.
- El método técnico consiste en seleccionar el total de ramas básales, generalmente entre 4 y 12, las cuales se clasifican en ramas inferiores, ramas medías y ramas superiores.
- Se cortan las ramas medías que son las que han presentado mejores resultados en este método de propagación. Esta labor se realiza con una tijera podadora o

machete afilado, cortando la rama a una distancia del 10 cm del tallo aéreo ya que está herida en el culmo facilita el ataque de patógenos a la planta.

- Obtenidas las ramas medías se subdividen a su vez en tercio basal, tercio medio y tercio distal. Del tercio medio se toman todos los propágulos posibles, cortándolos con una tijera podadora. Estas secciones consisten en trozos de ramas de 3 o 4 cm de longitud, con presencia de nudo y de 3 espinas por nudo.
- A los propágulos se les efectúan procesos curativos y preventivos preferiblemente con un fungicida sistémico.
- En bolsas llenas con un sustrato compuesto por 3 partes de suelo por 1 de arena y previamente desinfectado, se siembra cada propágulos en posición inclinada, dejando el nudo tapado con el sustrato. Se puede aplicar un enraizador comercial.
- En el Invernadero bajo condiciones reguladas de temperatura, 30 grados, y humedad relativa, 75% se colocan los propágulos sembrados en las bolsas. A los 20 días brotará el 50% de los propágulos y los demás, hasta completar el 95% o 98%, aparecerán antes de los 40 días de sembrados.
- Si no existe invernadero, o sea bajo condiciones de campo normales, los propágulos rebrotarán a los 70 días aproximadamente.
- El método práctico consiste en cortar todas las ramas básales presentes en el tallo y sembrarlas directamente con toda su longitud en el sitio donde se desee plantar el guadúal. (De la Peña, G e Ilse, C. 2001)

De los métodos anteriores el más recomendado, es por chusquines con un 80% de prendimiento, con el siguiente proceso:

Una vez seleccionadas las plántulas más fuertes y sanas se separan del rizoma. Para evitar daños en sus raíces se recomienda marcar un cuadro de aproximadamente 20 cm x 25 cm, seguidamente son llevados a los bancos de propagación donde crecen rápidamente, allí permanecen por un tiempo de tres meses. Mientras la mata madre sigue en producción, los nuevos hijuelos son sacados de la mata y depositados en un balde con agua para su posterior trasplante

en bolsa. Se deben desinfectar y si es posible agregar un enraizador. En el vivero permanecen aproximadamente tres meses.
Por cualquiera de estos métodos, el material obtenido es llevado a los sitios de plantación (González, C. y Díaz, A. 1992)

2.9. Fases vegetativas de la planta

En condiciones normales, siempre los nuevos brotes poseen mayor tamaño de rizoma, mayores diámetros y mayor altura del culmo, con relación a la planta que los géneros. (Maidani, F. 1980)

Los chusquines y las matabambas, son propágulos empleados para establecer plantaciones ya sea con fines protectores o productores. Son plántulas con diámetros en sus tallos entre 0.5 y 2.5 cm y con alturas entre 20 y 80 cm (http://www.guadúa.biz**.**html)

Al sembrarse estas plantas empiezan a generar rizomas con hábitos de ramificación rizomática paquimorfos, con tamaño proporcional a la planta que los originó. Cada rizoma a su vez genera un talluelo con diámetro, altura y follaje proporcional al tamaño del rizoma que lo generó.

Luego estas nuevas plantas generan rizomas de mayor tamaño y talluelos también mayores que la planta que los originó. El proceso es continuo y repetitivo hasta llegar a plantas con rizomas, tallos y alturas homogéneas presentes regularmente en los bosques totalmente desarrollados, con todas las características de los bosques de tipo cespitoso. (Escobar, A. et, al. 2002)

Según las condiciones ecológicas y el manejo silvicultural desde la plántula iniciadora del proceso, hasta llegar a los primeros tallos con características de diámetro y altura similares a los de los bosques naturales, existe un lapso comprendido entre los 4 y los 7 años. A partir de esa edad todos los tallos que se generan normalmente, poseerán diámetros y alturas comercialmente utilizables.

En forma convencional y como se dijo anteriormente, en un bosque natural o plantado, pero totalmente desarrollado y definido vegetativamente, se pueden encontrar, a nivel de campo las siguientes fases de desarrollo.
(http://www.infoagro.com.html)

2.10. Ciclo de vida de la guadúa o estados de madurez

El ciclo de vida de un tallo se estima en 5 años, durante los cuales pasa por diversos estados.

2.10.1. Rebrote, renuevo o borracho

Desde que emerge del suelo ("cogollo" "espolón") hasta que alcanza su altura máxima transcurre aproximadamente 6 meses. Al cabo de este tiempo, empieza a arrojar sus hojas caulinares para dar salida a las ramas y así iniciar otro estado de desarrollo. (http://www.ecobambu.com.html)

2.10.2. Guadúa juvenil- caña tierna verde o biche

En este estado las guaduas se caracterizan por su color verde intenso y lustroso, inicialmente posee ramas, conserva algunas hojas caulinares en su parte inferior y se aprecian con claridad las bandas blancas en los nudos. Esta fase dura entre un año y dos años.

Cuando el tallo empieza a presentar manchas blanquecinas en la corteza, es señal de que se inicia el estado de maduración. (Rainbow, A. y Wilson, N. 1998)

2.10.3. Guadúa adulta - caña madura, hecha o gecha

Una guadúa madura presenta manchas blanquecinas en forma de plaquetas, las mismas que cubren gran parte del culmo. En los nudos se presenta líquenes obscuros y la guadúa progresivamente cambia a un color verde oscuro. Esta fase

dura entre 2 y 4 años y es la época adecuada para su aprovechamiento, porque tiene su máxima resistencia. (http://www. bambuguaduapremier.com.html)

2.10.4. Guadúa sobre madura, vieja o seca

En esta fase el tallo está cubierto de líquenes y hongos, tornándose de color blanquecino. Esta fase dura un año o más y la guadúa pierde sus propiedades físico-mecánicas.La guadúa por ser un producto natural no presenta uniformidad en su estructura física ni en sus propiedades mecánicas, lo que dificulta la operación de procesar y fabricar en serie elementos artesanales o partes de la construcción.

Se presentan condiciones del ambiente como son el suelo, el clima, la luz solar y las labores silviculturales aplicadas al guadual, que afectan el crecimiento, el desarrollo, la estructura, la forma y ante todo las características de resistencia. De ahí que el empleo de la guadúa pertenece casi siempre a la categoría de los trabajos manuales, que deben adelantarse con máximo grado de seguridad para lo cual los diseñadores, artesanos, arquitectos y operarios deben desarrollar una doble habilidad en lo referente a las características específicas de la guadúa y a su utilización como material constructivo. (http://www.infoagro.com.html)

Para compensar los efectos de las irregularidades de los tallos de guadúa debido a la longitud de los tallos, variedad de diámetros, espesor de paredes, prominencia de los nudos, distancia de los entrenudos y adelgazamiento del material en su parte más alta, se deben tener en cuenta las necesidades particulares del diseño, modificando o acondicionando hasta donde sea posible las estructuras y detalles arquitectónicos, para utilizar de modo más práctico y eficiente las peculiaridades de nuestro guadúa americano.

La guadúa es altamente resistente a la compresión paralela a las fibras y se manifiesta claramente en muchos usos como: columnas, postes, puntuales, bajantes, apoyos y todos aquellos casos donde es sometida a cargas. La resistencia

a la flexión que se presenta en partes estructurales como vigas, trabes, soportes y la respuesta a la tracción, también son propiedades muy importantes que todo diseñador o constructor deben conocer, al usar la guadúa en la construcción. En general, estas propiedades son las que determinan la calidad y la aptitud de la guadúa como material constructivo y para darle innumerables usos fabriles y artesanales (http://www.monografias.com/trabajos11/semeruco/semeruco.html)

2.11. Especies, variedades y biotipos de *Guadúa angustifolia*

2.11.1. Guadúa angustifolia

Es el guadúa endémico de América y se considera como nativo de Colombia, Venezuela y Ecuador. También ha sido introducida a México y varios países centroamericanos. Es un guadúa gigante, espinoso, con culmos erectos y nuevos que alcanzan alturas hasta de 25 metros y diámetros entre 10 y 25 cm Sus entrenudos tienen paredes hasta de 2 cm de espesor. (López, L. y Trujillo, D. 2002)

2.11.2. Guadúa amplexifolia

Se encuentra en el sur de México, en todo Centro América, en el oriente de Colombia y en Venezuela. Es un Guadúa espinoso, con culmos sólidos (no son huecos), erectos y arqueados en su parte apical. Su altura no supera los 12 metros. (http://www.abcagro.com.html)

2.11.3. Guadúa angustifolia variedad bicolor

Se diferencia de la especie tipo por tener rayas longitudinales amarillas sobre el culmo verde. Es endémica de Colombia donde se le conoce como Guadúa Rayada Amarilla. Tiene gran potencial para la fabricación de artesanías y como planta ornamental. (Vásquez, C. et, al. 1997)

2.11.4. Guadúa angustifolia negra

Se diferencia de la especie original por la coloración de sus rayas verde oscuro en sus culmos. Cuando la guadúa está seca las rayas se tornan de un color negro sobre ocre. También es denominada Guadúa Rayada Negra y solo se ha encontrado en el Departamento del Quindío Colombia. Tiene valor potencial como planta ornamental. (Escobar, A. et, al. 2002)

2.11.5. Guadúa angustifolia biotipo cebolla

Estos biotipos son genéticamente iguales. La forma Cebolla se reconoce por sus culmos gruesos y rectos, y entrenudos largos. Se utiliza para la elaboración de esterilla, fabricación de muebles y construcción de vivienda.
(http://www.abcagro.com.html)

2.11.6. Guadúa angustifolia biotipo macana

Generalmente tiene entrenudos cortos con distancias regulares, paredes gruesas y diámetros muy uniformes. Por su resistencia tiene un óptimo comportamiento en construcciones. (Zobel, B. et, al. 1994)

2.11.7. Guadúa angustifolia biotipo castilla

Sus culmos alcanzan diámetros hasta de 25 cm Tiene paredes muy gruesas y se utiliza como columnas en construcciones y en la fabricación de artesanías de grandes volúmenes. (De la Peña, G e Ilse, C. 2001)

2.11.8. Guadúa angustifolia biotipo cotuda

Se caracteriza por tener curvaturas alternas en sus entrenudos. Casi todos los culmos del rodal tienen estas formas, que son aprovechadas en artesanías decorativas y en la fabricación de muebles. (Moreno, L. et, at. 2007)

2.12. Importancia y utilidad de la *Guadúa angustifolia*

La Guadúa es una planta que por muchos años ha estado ligada a la idiosincrasia, cultura y economía de diferentes pueblos. Aunque no se le ha dado la importancia que se merece, su subsistencia, entre otros factores, se debe a las múltiples bondades que posee este recurso natural renovable, como son:

2.12.1. Conservacionista

Los Guadúales tienen efectos protectores sobre los recursos y las aguas de las cuencas hidrográficas. La guadúa con su sistema entretejido de raíces y rizomas contribuye a la recuperación y conservación del suelo, pues debajo de éste, la planta forma un sistema de redes que lo amarra fuertemente evitando la erosión y haciendo de ella, una especie muy importante como protectora de suelo de ladera. (http://www.infoagro.com.html)

2.12.2. Ecológica

Es una especie protectora de las cuencas y de las riberas de los ríos y quebradas, por su acción reguladora de la calidad y cantidad de agua, que por efectos de concentración, devuelve al caudal en épocas normales y secas. Además se ha demostrado que los guadúales son captadores de Dióxido de Carbono y grandes productores de oxígeno, además ejercen efectos benéficos sobre el medio ambiente, brindando albergue a la fauna y flora asociada. (http://www. bambuguaduapremier.com.html)

2.12.3. Económica

Por tratarse de una planta perenne, con capacidad de regenerarse naturalmente, con altos rendimientos en volúmenes por hectárea, rápido crecimiento, tiempos cortos de aprovechamiento y diversidad de usos, la guadúa es una especie con grandes posibilidades económicas. La guadúa se presenta además, como una

posible solución ante la demanda de especies maderables productoras de pulpa y en el campo de la construcción. (Castrillón, B. y Malaver, D. 2004)

2.12.4 Cultural

Por sus cualidades físicas, disponibilidad y bajos costos, la guadúa es parte inherente de la historia. La Guadúa es cconocida y usada desde la época precolombina hasta nuestros días, está identificada con todos los grupos humanos, por sus valores sociales, culturales, económicos y ecológicos- ambientales. (Moreno, L. et, at. 2006)

2.12.5. Paisajista

Como elemento paisajista es indudable el efecto purificador y embellecedor del entorno natural. Las laderas, valles y riberas convertidos en guadúales son paisajes dignos de contemplación y admiración. (http://www.guadúa.biz**.**html)

2.12.6. Artesanal

Dada su flexibilidad, dureza, resistencia y forma cilíndrica, los tallos de guadúa se han convertido en una materia prima importante en la fabricación de artesanías, muebles y multitud de enseres. (Moreno, L. et, at. 2007)

2.12.7. Arquitectónica

Por su resistencia, versatilidad, facilidad de manipulación, calidades físico-mecánicas, durabilidad y efecto climatizado, la guadúa es un insustituible material de construcción de viviendas de toda clase y nivel social. Sus cualidades la hacen un material idóneo para estructuras sismorresistentes y como auxiliar en las construcciones de cemento. (Vásquez, C. et, al. 1997)

2.12.8. Agroindustrial

Alrededor de la guadúa se están generando nuevas industrias, como son: alimentos, producción de alcohol, fabricación de papel, laminados, aglomerados, palillos, muebles, elaboración de pisos, instrumentos musicales, artesanías y productos empresariales. No existe la menor duda de que la guadúa se encuentra entre los materiales más antiguos utilizados por el hombre y son pocas las plantas que pueden rivalizar con la versatilidad de esta importante especie. Son pocos los recursos naturales que brindan las oportunidades que ofrece la guadúa. (http://www.infoagro.com.html)

2.12.9. La guadúa como reguladora de aguas o recarga hídrica

La Guadúa es la especie forestal nativa más importante del occidente colombiano, por sus propiedades como reguladora de aguas y protectora de suelos, además de sus calidades físico-mecánicas que la hacen apropiadas para múltiples usos en la fabricación de artesanías, producción de muebles y construcción de vivienda. La Guadúa desempeña un papel muy importante en la conservación de las fuentes hídricas por su capacidad para regularlas, ya que su sistema radicular extrae el agua del suelo, la retiene y almacena, para luego liberarla en la medida en que el suelo la requiere o su actividad fisiológica lo necesita. (Jolín, D. y Torquebiua, E. 1992)

También los tallos almacenan agua en los entrenudos y luego la devuelvan al suelo, de ahí que los guadúales generalmente se encuentran en terrenos húmedos, cuyos niveles freáticos (aguas subterráneas) han sido modificados por esta actividad. Un tallo de guadúa, completamente diferenciado, puede almacenar hasta 10 litros de agua, que en un tiempo determinado es devuelto a la tierra y de allí a las fuentes hídricas. Se destaca la función de la guadúa en la regulación de los caudales de las quebradas y los ríos, y en la conservación de las cuencas hidrográficas, de igual manera como la vegetación asociada a los guadúales, forma una cubierta protectora, que reduce el impacto de las gotas de lluvia contra

la tierra protegiéndola de la erosión. Además, la biomasa del follaje seco sobre el suelo protege de las caídas de las gotas de lluvia, disminuyendo el agua de escorrentía superficial. De otra parte, estas hojas caídas, reducen el proceso de evaporación y transpiración, conservando la humedad del suelo y mejorando su capacidad de almacenamiento de agua. En estas condiciones los rizomas y las hojas en descomposición en el suelo evitan que el agua fluya de manera rápida y continua, con lo cual se propicia la regulación de caudales y la protección del suelo a la erosión. El agua lluvia que se precipita sobre el guadual, permanece mucho tiempo en él, tardando en caer al suelo, lo cual da como resultado la regulación hídrica al formar reservas que son trasladadas cuando el sistema lo requiere especialmente en época de verano. Y el dosel que se forma con el follaje en las riberas de las fuentes de agua limita la evaporación, contribuyendo a dicha regulación. Si queremos conservar el agua, procuremos sembrar guadúa. (Malaver, D. 2007)

2.13. Biodiversidad en los guadúales

Se define la biodiversidad como la propiedad que presentan los seres vivos de ser variados en cada uno de los niveles jerárquicos de la organización natural biológica, desde las moléculas hasta los ecosistemas mayores. El inventario de la biodiversidad está muy adelantado en los ecosistemas terrestres. Se estima que en Colombia existen cerca de 55.000 especies de plantas. A la especie Guadúa angustifolia Kunt se le considera una de las especies más dinámicas y especializadas de la Zona Andina Colombiana, en cuanto a su sostenibilidad, su oferta ambiental y su relación con otros seres vivos que conviven con ella. Se han registrado más de 1.000 especies de flora asociadas a los guadúales en Colombia.

Los guadúales constituyen comunidades vegetales evolucionadas que se caracterizan por tener una composición florística variada donde la guadúa es la especie dominante y permite la interrelación de flora, microflora, entomofauna, avifauna y fauna. (González, C. y Díaz, A. 1992)

2.13.1. Flora en los guadúales

En el Estrato Herbáceo adaptado a las deficiencias de luz, las plantas más abundantes son los Helechos y las Aráceas que forman conjuntos densos dentro del guadúal.

El Estrato Arbustivo que lo conforman árboles y arbustos de tallos erectos, de porte intermedio y con mediana exigencia de luz., predominan allí las especies de las familias Palmae, Lauraceas y Musaceas (Heliconias o Platanillas). Las especies que alcanzan mayores alturas se ubican en el Estrato Arbóreo como el caucho, yarumo, nogal cafetero, arboloco y Caracolí.
(http://www.neotropico.com.html)

2.13.2. Fauna en los guadúales

Una investigación de reconocimiento de Entomofauna en guadúales naturales y plantados del Centro Nacional para el Estudio del Guadúa-Guadúa de la Corporación Autónoma Regional del Quindío, Colombia permitió constatar la presencia de 4 órdenes de insectos, 6 subórdenes, 15 súper familias y 32 familias. Muchos mamíferos conviven en los guadúales y su flora asociada, entre ellos se destaca los monos aulladores, guatines, ardillas, armadillos, guaguas, conejos silvestres, zarigüeyas y murciélagos. Por la facilidad para hacer sus nidos, muchas aves viven en los bosques de guadúa, como los pájaros carpinteros real y payaso, azulejos, loros, pericos búhos, barranquillos y mirlas.

Varias especies de Reptiles y Anfibios tienen su hábitat en los guadúales por sus indudables condiciones de humedad. Es claro que los guadúales además de ser albergues de fauna y refugio de biodiversidad, tienen muchos otros beneficios ambientales como: la regulación hídrica, reciclaje de nutrientes, estructuración de suelos, aporte de biomasa, captación de CO_2 y calidad del paisaje, entre otros. (http://ag.arizona.edu/OALS/ICBG/mexico/propagacion.html)

2.14. Plagas y enfermedades

En Guadúales se han reportado gran cantidad de insectos y enfermedades que causan daños a las plantas en sus tallos y en sus hojas, pero solo unos pocos y algunas enfermedades llegan a ser potenciales de daño a nivel económico. (Henao, F. 1998)

2.14.1. Plagas

En guadúales nativos del oriente del hemisferio, entre otros, se han reportado las siguientes plagas:

El Chrysomelidae ***Estigmina chinensis*** atacando rebrotes. La larva penetra en el tallo joven causando acortamiento y torcedura de los entrenudos atacados, produciéndose la muerte del tallo cuando el ataque es severo. (Vademécum Agrícola. 2009)

El Curculionidae ***Cyrtotrachelus longipes*** utiliza como alimento los tejidos tiernos de los rebrotes, ubicados en la parte más apical, ocasionando como resultado tallos deformes.

Diminutos insectos como ***Asterolecanium bambusae*** e insectos perforadores como ***Atrachea vulgaris*** y ***Chlorophorus annularis*** atacan tejidos tiernos perforándolos para depositar sus huevos interiormente.
(http://www.ecobambu.com.html)

Los culmos desarrollados comúnmente, son atacados por escarabajos, pero cuando están sobremaduros son especialmente afectados por el gorgojo de la familia ***Bostrychidae Dinoderus*** que es el más serio peligro para todos los guadúaes, incluida la Guadúa, ya que ataca tanto tallos cortados como en pie. La larva se alimenta principalmente de tejido parenquimatico rico en almidón, luego en su estado adulto hace agujeros de 1 milímetro de diámetro ocasionando el

daño. Existen registros de ataques ***Dinoderus pilifrons***, ***Bostrichus parallelus***, ***Stromatium barbatum*** especialmente en tallos cortados. (Henao, F. 1998)

También se han notado ataques de langostas, termitas, áfidos e igualmente de ratas, puerco espines, ardillas, cabras, ciervos y micos que roen los rizomas o se comen los brotes tiernos. En Guadúa angustifolia la principal plaga reportada es la langosta ***Melanoplus*** **sp** que presentó un ataque severo en el año 1917. El ataque consistió en defoliación y partición de los tallos debido al peso de los insectos. (Vademécum Agrícola. 2009)

Actualmente en Guadúa angustifolia los insectos más cercanos a niveles de daño económico y por ende de los de mayor cuidado, observación e investigación son: ***Podischnus agenor***, ***Dinoderus minutus***, ***Parisoschoenus*** sp, ***Atta cephalotes***, ***Crematogoster*** sp, ***Macrotermes natalensis*** (Termitas)
Familia arctidae o megallophigidae. ((http://www.ecobambu.com.html)

2.14.2. Enfermedades

Muchas enfermedades se pueden presentar en los guaduales especialmente en sus hojas. Los tallos en sus primeras fases de desarrollo pueden ser afectados por manchas fungosas principalmente ***Coniosporium bambusae***. Los culmos suelen mostrar unas manchas localizadas, las cuales les dan una apariencia decorativa siendo altamente apreciadas en China y Japón.
(http://ag.arizona.edu/OALS/ICBG/mexico/propagacion.html)

Phyllostachys bambusa puede ser atacado por ***Asterinella hungensis*** y ***Phyllostachys nigra*** por ***Lembosia tikusienensis***. (Vásquez, C. et, al. 1997)

Condiciones pobres de manejo en almácigos pueden provocar ataques de hongos en las raíces como ***Merulius similis*** y la mortalidad del guadúa también es causada por ***Poria*** sp, ***Rhizoctonia*** sp y ***Plyporus*** sp bajo condiciones de humedad excesiva. (http://www.guadúa.biz**.**html).

En Guadúa angustifolia, se ha determinado la incidencia y la intensidad de diferentes hongos especialmente causantes de manchas foliares. Se relacionan los más importantes, ninguno llega a nivel de daño económico:

Phyllacora sp. Mancha de asfalto. Es la más potencial de daño económico.
Stagonospora sp. Secamiento en las puntas.
Cercospora sp. Mancha gris.
Cylindrosporium sp. ***Pustula cerosa***.
Albugo sp. (Roya blanca).
Mosaico, probable por virus**. (**Vademécum Agrícola. 2009**).**

2.15. Sustratos

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando por tanto un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

La naturaleza del sustrato es también un punto importante ya que las plantas se nutren de un suelo con un alto porcentaje de materia orgánica, por eso siempre se recomienda utilizar este tipo de sustratos (turba, mantillo). (Urrestarazu, M. 1997).

2.15.1. Propiedades de los sustratos

Los sustratos tienen tres propiedades que son:

- Físicos
- Químicos
- Biológicos (Ansorena, J. 1994).

2.15.2. Propiedades físicas

Dentro de las propiedades físicas podemos anotar los siguientes:

- **Porosidad**

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones. (http://www.infoagro.com.html)

La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta.
El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado. (Canovas, F. et, al. 1993)

El equilibrio aire/agua se representa gráficamente mediante las curvas de humectación. Se parte de un volumen unitario saturado de agua y en el eje de ordenadas se representa en porcentaje el volumen del material sólido más el volumen de porosidad útil. Se le somete a presiones de succión creciente, expresada en centímetros de columnas de agua, que se van anotando en el eje de abscisas. A cada succión corresponderá una extracción de agua cuyo volumen es reemplazado por el equivalente de aire. De modo que a un valor de abscisas corresponde una ordenada de valor igual al volumen del material sólido más el volumen de aire. El volumen restante hasta el 100 % corresponde al agua que aún retiene el sustrato. (Escobar, A. et, al. 2002)

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto lo estará por aire o agua en una de proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80 - 85% aunque sustratos de menos porosidad puede ser usado ventajosamente en determinada condiciones. (http://www.lagranja.com./suelo-organico.htm-17k.html)

- **Densidad aparente**

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente. (Zobel, B. et, al. 1994)

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-01) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.
(http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html/-33k)

- **Estructura**

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas. (Nieto, A. 2002)

- **Granulometría**

El tamaño de las fibras o gránulos condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad especial varia su comportamiento hídrico o causa de su densidad especial, que aumenta de tamaño de pocas conforme sea mayor la granulometría (http://www.lagranja.com./suelo-organico.htm-17k.html)

- **Propiedades químicas**

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

a) Químicas. Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- Efectos fitotóxicos por liberación de iones H+ y OH- y ciertos iones metálicos como el CoH_2.
- Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos microelementos.
- Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta. (Llurba, M. 1997)

b) Físico-químicas. Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.

c) Bioquímicas. Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO_2 y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica.

Normalmente se prefieren son sustratos inertes frente a los químicamente activos. La actividad química aporta a la solución nutritiva elementos adicionales por procesos de hidrólisis o solubilidad. Si éstos son tóxicos, el sustrato no sirve y hay que descartarlo, pero aunque sean elementos nutritivos útiles entorpecen el equilibrio de la solución al superponer su incorporación un aporte extra con el que habrá que contar, y dicho aporte no tiene garantía de continuidad cuantitativa (temperatura, agotamiento, etc.). Los procesos químicos también perjudican la estructura del sustrato, cambiando sus propiedades físicas de partida. (Fernández, M. et, al. 1998)

- **Relación Carbono – Nitrógeno (C/N)**

Estas relaciones caracterizan los diversos materiales orgánicos biodegradables (MO), orientándonos acerca de cómo disponer y/o combinarlos a los fines de optimizar un compostaje apropiado de los mismos. Mucho carbono (relaciones altas) hace muy lento el compostaje y mucho nitrógeno (relaciones bajas) pueden generar problemas para los microorganismos.

Para optimizar el proceso se deben ajustar los materiales a comportar a relaciones entre 25/1 y 40/1. En este proceso influyen bacterias, en especial en la desnitrificación y nitrificación. (http://www.lagranja.com./suelo-organico.htm-17k.html)

La relación Carbono/Nitrógeno (C/N) es una de las características más importantes de un abono orgánico. Su valor depende:

- Velocidad de descomposición cuando se aplica a los suelos.
- La fijación y mineralización de nitrógeno del suelo y la posibilidad de la competencia entre los microorganismos del suelo y las plantas por ese elemento.
- El aprovechamiento del C de la materia orgánica y su conversión de humus en el suelo.
- Sus propiedades físicas, químicas y biológicas.
  (http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html/-33k)

Siempre que se aplique abono orgánico a los suelos favorece la actividad microbiana porque la materia orgánica, es fuente de energía para los microorganismos. Para que estos se produzcan, desarrollen y crezcan deben tomar del medio: N, P, K y otros nutrientes. Si estos nutrientes no se encuentran en el abono orgánico, los microorganismos los toman del suelo y entonces pueden establecer competencias entre la actividad microbiana y el desarrollo de las plantas con las que conviven, especialmente por el Nitrógeno.

Si en contenido de N en el carbono orgánico es bajo la materia orgánica se pierde y la conversión en humus es baja y no se obtiene los beneficios que el productor espera. (http://www.infoagro.com.html)

Cuando la relación Carbono/Nitrógeno (C/N) de los abonos orgánicos es muy alta, es recomendable aplicar fertilizante nitrogenado para proveer a los microorganismos del N necesario para sus funciones vitales.

Tipo de Materia Orgánica	Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)
Caña de maíz	150/1
Pajas (trigo, cebada, avena, centeno)	60-100/1
Cascarilla de arroz	95/1
Rastrojo de leguminosas	10-15/1

(Vademécum Agrícola. 2009)

2.15.3. Propiedades biológicas

Velocidad de descomposición, efectos de los productos de descomposición, actividad regulada de crecimiento. (Restrepo, J. 2000)

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido. (http://www.lanetaapcorg.biodiversidad.documentos.agroquin#siete.html)

Así las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

- Velocidad de descomposición.

La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.
(http://www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/abonado_cultivos.html)

- Efectos de los productos de descomposición.

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción. (Sade, A. 1997)

- Actividad reguladora del crecimiento.

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo. (Urrestarazu, M. 1997).

2.16. Características del sustrato ideal

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

- Propiedades físicas:

    - Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
    - Suficiente suministro de aire.
    - Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
    - Baja densidad aparente.
    - Elevada porosidad.
    - Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio). (Terres, V. et, al. 1997)

- Propiedades químicas:

    - Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.

- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición. (Maroto, J. 1990)

- Otras propiedades.

  - Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
  - Reproductividad y disponibilidad.
  - Bajo coste.
  - Fácil de mezclar.
  - Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
  - Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales. (Llurba, M. 1997)

2.17. Tipos de sustratos

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.

2.17.1. Según sus propiedades

- Sustratos químicamente inertes. Arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.
- Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc. (Escobar, A. et, al. 2002)

Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no

interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal. (Martínez, E; García, M. 2006)

2.17.2. Según el origen de los materiales

- **Materiales orgánicos**

  - De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turbas).
  - De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.).
  - Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.). (Pastor, J. 1999)

- **Materiales inorgánicos o minerales**

  - De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
  - Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente

las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).

- Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.). **(**http://www.infoagro.com.html**)**

2.18. Ventajas de la utilización de sustratos

- Las materias primas o los materiales utilizados en la fabricación de los sustratos tienen un costo alternativo menor que algunos materiales tradicionales. Esto ocurre como consecuencia de la naturaleza de los componentes, puesto que en una gran mayoría se constituyen por materiales de origen autóctonos, de gran disponibilidad y bajo costo.
- Desde el punto de vista ecológico y económico, la biotransformación resulta ser uno de los métodos más favorables para el tratamiento de una gran cantidad de residuos orgánicos. Esto debido a que integra y da una finalidad productiva a materiales secundarios de otros procesos productivos (incluso industriales) que de otra manera hubiesen acabado acumulándose en pilas gigantescas sin ninguna otra utilización (Rainbow, A y Wilson, N. 1998)

2.19. Tipos de sustratos utilizados en la propagación de material vegetativo

La arena en su medio de arraigo muy bueno, las citotas deben retirarse de este sustrato inmediatamente después de formarse las raíces ya que el área no contiene la cantidad suficiente de nutrientes para abastecer el crecimiento por lo que es conveniente adicionar sustancias nutritivas. (Mainardí, F. 1999)

La arena virtualmente no contiene nutrientes y no posee capacidad amortiguadora respecto a la sustancia química. La arena constituye el sustrato más utilizado, en resumen las experiencias realizadas en países como España y Egipto, puede destruirse que la arena es un buen sustrato y debe ser utilizado en países donde este material se encuentre en abundancia. (Fernández, M. et, al. 1998)

2.19.1. Tierra de guabo

Este material puede ser utilizado como sustrato con el objeto de ayudar a la germinación y formación de nuevas plantas. La tierra de guabo posee moderada capacidad de retención de agua y aire debido a su estructura esponjosa que posee. (Espín, V. y Lara, V. 2006)

N: 81 ppm A; P: 117 ppm A; S: 47 ppm A; K: 2,33 meq/100ml A; Ca: 18 meq/100ml A; Mg: 1,9 meq/100ml M; Zn: 15,3 ppm A; Cu: 2,9 ppm M; Fe: 284 ppm A; Mn: 16,8 ppm A; B: 1,21 ppm A; pH: 5,1 Ac y MO: 22,4% alto (Anexo No. 2).

2.19.2. Cáscara de cacao

La cáscara de cacao es un subproducto de la industria cacaotera que resulta abundantemente en las zonas tropicales de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el trasporte.

Retención de Humedad: Al hablar de retención de humedad de un sustrato como la cáscara de cacao nos tropezamos con el problema de que no existen normas ni metodologías que especifiquen como se debe determinar su capacidad de retención de humedad. Es sabido que la capacidad de retención de humedad depende de la forma como se realiza tal determinación. (INIAP. 1993)

N: 51 ppm A; P: 59 ppm A; S: 47 ppm A; K: 3,24 meq/100ml A; Ca: 19 meq/100ml A; Mg: 2,5 meq/100ml A; Zn: 18,9 ppm A; Cu: 1,3 ppm M; Fe: 20 ppm M; Mn: 9,4 ppm M; B: 1,30 ppm A; pH: 7,4 PN y MO: 31,5% alto (Anexo No. 2).

2.19.3. Humus de lombriz

De acuerdo con el centro de Investigación y desarrollo de Lombricultura la materia orgánica se degrada a su último estado de descomposición por efectos de microorganismos, además es una mezcla de compuestos químicos que resulta de la acción digestiva enzimática por parte de la lombriz y del metabolismo de microorganismos sobre la materia orgánica usada como sustrato. El humus mejora la estructura, textura del suelo lo hace más absorbente al agua, el aire retiene y libera lentamente los nutrientes a la planta en forma sana y equilibrada se puede aplicar en cualquier dosis e incluso directamente en las raíces sin ningún riesgo; evita el shock del trasplante, ejerce un control benéfico sobre los patógenos responsables de las enfermedades de las semillas, tales como nematodos, hongos, y bacterias nocivas. (Tellez, V. 2003)

Las características más importantes del HUMUS de lombriz son:

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bioorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del HUMUS de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo.
  (http://www.lanetaapcorg.biodiversidad.documentos.agroquin#siete.html)

N: 68 ppm A; P: 410 ppm A; S: 174 ppm A; K: 3,11 meq/100ml A; Ca: 20 meq/100ml A; Mg: 2,4 meq/100ml A; Zn: 13,9 ppm A; Cu: 2,0 ppm M; Fe: 168 ppm A; Mn: 6,3 M ppm M; B: 1,20 ppm A; pH: 7,0 N y MO: 23,9% alto (Anexo No. 2).

2.19.4. Tierra del lugar

La tierra del lugar tiene mejor calidad, porque procede de las capas más superficiales del suelo, así no se pierde un ápice de nutrientes, minerales y materia orgánica; es de una granulometría gruesa, está destinada para recibir la semilla de un cultivo, árboles y arbustos.

N: 31 ppm M; P: 33 ppm A; S: 67 ppm A; K: 1,44 meq/100ml A; Ca: 14 meq/100ml A; Mg: 2,3 meq/100ml A; Zn: 12,4 ppm A; Cu: 22,6 ppm M; Fe: 292 ppm A; Mn: 137 ppm M; B: 1,15 ppm A; pH: 6,0 McAc y MO: 4,4% medio (Anexo No. 2).

2.20. Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento

Se entiende por hormonas vegetales aquellas substancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se trasladan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo o metabolismo del vegetal. El término "substancias reguladoras del crecimiento" es más general y abarca a las substancias tanto de origen natural como sintetizado en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo o desarrollo en la planta.

El efecto inicial preciso de la hormona que subsecuentemente regula este arreglo diverso de eventos fisiológicos no es aún conocido. Durante la elongación celular inducida por la auxina se piensa que actúa por medio de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones ATP pasa en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas. (Espín, V. y Lara, V. 2006)

2.20.1. Las hormonas vegetales se clasifican en cuatro grupos

- Auxinas
- Citokininas
- Giberalinas
- Etileno.
- Acido Abscísico. (http://www.infoagro.com)

- **Auxinas**

Las auxinas se encuentran en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo. Se le encuentra tanto como molécula libre o en formas conjugadas inactivas. Cuando se encuentran conjugadas, la auxina se encuentra metabólicamente unida a otros compuestos de bajo peso molecular.

Este proceso parece ser reversible. La concentración de auxina libre en plantas varía de 1 a 100 mg/kg peso fresco. En contraste, la concentración de auxina conjugada ha sido demostrada en ocasiones que es sustancialmente más elevada.

Una característica sorprendente de la auxina es la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La auxina es transportada por medio de un mecanismo dependiente de energía, alejándose en forma basipétala desde el punto apical de la planta hacia su base.

Este flujo de auxina reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo de esta forma la dominancia apical. El movimiento de la auxina fuera de la lámina foliar hacia la base del pecíolo parece también prevenir la abscisión. (http://www.neotropico.com.html)

La auxina ha sido implicada en la regulación de un número de procesos fisiológicos:

- Promueve el crecimiento y diferenciación celular, y por lo tanto en el crecimiento en longitud de la planta
- Estimulan el crecimiento y maduración de frutas
- Floración
- Senectud
- Geotropismo
- La auxina se dirige a la zona oscura de la planta, produciendo que las células de esa zona crezcan más que las correspondientes células que se encuentran en la zona clara de la planta. Esto produce una curvatura de la punta de la planta hacia la luz, movimiento que se conoce como fototropismo
- Retardan la caída de hojas, flores y frutos jóvenes
- Dominancia apical. (http://www.infoagro.com.html**)**

El efecto inicial preciso de la hormona que subsecuentemente regula diversos efectos fisiológicos no es aún conocido.

Durante la elongación celular inducida por la auxina se piensa que actúa por medio de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones ATP, en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas.

- Ácido indolacético (AlA)
- Ácido Naftilacético (ANA)
- Ácido indolbutírico (AIB). (http**://**www.ecuaquimica.com.ec**.**html)

Las funciones de las auxinas son las siguientes:

- Dominancia apical
- Aumentar el crecimiento de los tallos
- Promover la división celular en el cambium vascular y diferenciación del xilema secundario
- Estimular la formación de raíces adventicias

- Estimular el desarrollo de frutos (partenocárpicos en ocasiones)
- Fototropismo
- Promover la división celular
- Promover la floración en algunas especies
- Promover la síntesis de etileno (influye en los procesos de maduración de los frutos)
- Favorece el cuaje y la maduración de los frutos
- Inhibe la abscisión y caída de los frutos. (Tellez, V. 2003)

En el mercado, el agricultor puede adquirir auxinas en forma natural o sintética. Algunas de las formaciones disponibles son:

ANA 0.45% + ANA Amida 1,2%P.M. En plantas hortícolas debe aplicarse al comienzo de la floración para inducir el cuajado de las flores. En frutales de hueso debe aplicarse 15 días antes del comienzo de la floración, con el mismo fin. Si la floración es escalonada, puede hacerse un segundo tratamiento 8-10 días después del primero.
(http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/agricultura/importancia_propagacion.html)

ANA 1% PM. Para aclareo de flores en el manzano, aplicar 25 libras después de la plena floración. Para evitar la caída de frutos, aplicar 4-10 días antes del momento normal de la recolección.
(http://www.monografias.com/trabajos11/semeruco/semeruco.html**)**.

- **Citoquininas**

Los diferentes tipos de citoquininas son Zeatina, Kinetina y Benziladenina BAP)

Síntesis y transporte:

Las citoquininas se sintetizan en los meritemos apicales de las raíces, aunque también se producen en los tejidos embrionarios y en las frutas.

Transporte en la planta por vía acropétala, desde el ápice de la raíz hasta los tallos, moviéndose a través de la savia en los vasos correspondientes al xilema. **(**http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/agricultura/importancia_propagacion.html)

Funciones:

- Estimulan la división celular y el crecimiento
- Inhiben el desarrollo de raíces laterales
- Rompen la latencia de las yemas axilares
- Promueven la órgano-génesis en los callos celulares
- Retrasan la senescencia o envejecimiento de los órganos vegetales
- Promueven la expansión celular en cotiledones y hojas
- Promueven el desarrollo de los cloroplastos. (http://www.abcagro.com.html**)**

En el mercado se encuentran algunas formulaciones de Citokininas. Tal es el caso de la Benziladenina al 1. 9% en combinación con Giberalinas (A_4 y A_7 al 1. 9%. Su función escriba en estimular la ramificación y alargamiento de los brotes en plátanos de manzano).
(http://ag.arizona.edu/OALS/ICBG/mexico/propagacion.html**)**

- **Giberelinas**

Existen varios tipos de giberalinas, siendo los más comunes- GA_1, GA_3, GA_4, GA_7 y GA_9. (http://www.neotropico.com.html).

Las funciones que llevan a cabo en la planta, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Incrementan el crecimiento en los tallos
- Interrumpen el período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizan las reservas en azúcares
- Inducen la brotación de yemas
- Promueven el desarrollo de los frutos
- Estimulan la síntesis de RNA (RNA mensajero)

((http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html)

En el mercado se encuentran diversos preparados a bases de giberelinas con fines diversos. Destacan por su difusión las siguientes giberelinas:

$GA_{3,}$ se debe utilizar en un período máximo de 48 horas, desde que se produce la helada. Los daños de la helada quedan anulados en gran parte, aunque los, frutos que se desarrollan, con la aplicación de la giberelina, son partenocarpico (carecen de pepitas).

También está autorizado su uso en Fresas, A1cachofa Cítricos (Navelate, Clementino Limonero), Vid y Peral. La mezcla de GA_4, G_7 y GA_9 se recomienda para evitar el russeting en manzanos. (Biblioteca de Consulta Encarta. 2009)

2.21. Características de las hormonas enraizadoras

2.21.1. Rootmost

Es una hormona bioestimulante de crecimiento radicular a base algas y hormonas. (http://www.ecuaquimica.com.ec.html)

- **Composición porcentual**

Ingrediente Activo	Elemento	% en Peso.
Extracto de Algas.		10.00
Nitrógeno.	N	0.1
Fósforo.	P_2O_5	1.00
Potasio.	K_20	3.00
Fitohormonas		
Citoquininas.		80 ppm
Giberelinas		10 ppm
Auxinas		1000 ppm

- **Funciones principales**

  - Favorece al desarrollo del sistema radicular en plantas y estacas al estimular la división radical
  - Mejora las condiciones del suelo
  - Aumenta la capacidad germinativa de las semillas
  - Recupera rápidamente a las plantas del estrés que sufren después del trasplante
  - Una planta con un buen sistema radical asegura un mejor potencial productivo

- **Formas de aplicación**

Se puede aplicar al suelo o vía foliar.

- **Fertirrigación**

De 1-3 cc / l. de agua.

- **Tratamientos localizados**

De 0.5-1 lt / 200 l. de agua. (Vademécum Agrícola. 2009)

- **Vía foliar**

De 200-400 cc / 200 l. de agua.

- **Tratamientos de estacas**

De 10-20 cc / l. de agua, sumergir las estacas en la solución por un período de 0.5-1 hora y plantar inmediatamente. **(**Vademécum Agrícola. 2009)

- **Compatibilidad**

Puede ser mezclado con cualquier otro agroquímico o fertilizante. (http://www.ecuaquimica.com.ec.html)

5.21.2. Cytokin

Es una hormona natural reguladora del crecimiento vegetal que facilita la nutrición de plantas, promueve el brote y desarrollo de las yema, espigas y flores, mejora el amarre de las flores y el desarrollo de los frutos, el nuevo crecimiento de la raíz y sobre todo el vigor y la productividad de la planta. (Calderón, E. 1990)

- **Uso en hortalizas**

Realizar de 3 a 4 aplicaciones, siendo la primera cuando las plantas tengan de 3 a 4 hojas verdaderas y repetir 15 o 20 días hasta el inicio de la fructificación, con una dosis de 250 a 500 cc en 200 litros de agua. (Vademécum Agrícola. 2009)

- **Uso en frutales**

Realizar 3 o 4 aplicaciones desde antes de la floración hasta dos meses antes de la cosecha, con una aplicación 0.5 a 1.0 litros por hectárea.

- **Ingrediente activo**

La Citoquinina 0.01%.

- **Compatibilidad**

Puede ser utilizado con Un-FILM 17 y aplicado en mezcla con la mayoría de pesticidas. (http://www.ecuaquimica.com.ec).

Ingrediente activo (A.N.A)
Ácido Alfanaftalenacetico 0,4%
Inertes 99,6%
Total 100%

Es un regulador fisiológico y afecto los puntos de crecimiento activo en diferentes procesos. En consecuencia su empleo exige el cumplimiento de las recomendaciones expresadas.

Está compuesto por una fitohormona del grupo de la Auxinas (ALFANAFTALENACETICO). Es un activador enzimático que afecta la división celular, promoviendo la emisión radical de las plantas para trasplante o en plantas ya sembradas. (Biblioteca de Consulta Encarta. 2009)

Usos y aplicaciones:

Se recomienda aplicar Hormonagro. # 1 para promover la emisión de raíces en estacas o brotes cuando se utiliza este método de propagación vegetativa:

introduzca la parte inferior de la estaca humedecida dentro del polvo fítohormonal. En tal forma se adhiera a la superficie de la estaca o brote durante 5 minutos, después procede a la siembra. (http://www.guadúa.biz**.**html).

Se utiliza principalmente en plantas ornamentales, su uso se puede ampliar en todas aquellas especies en las que el método de propagación vegetativa es el enraizamiento. Puede prepararse una solución con agua y el polvo y se colocan las estacas o brotes en una mezcla durante 12 horas en un lugar protegido del sol, bajo sombra. (Calderón, E. 1990).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1 Ubicación del experimento

El presente experimento se realizó en:

Provincia: Bolívar
Cantón: Echeandía
Parroquia: Central
Sitio: Ciudadela El Mirador

3.1.2. Situación geográfica y climática

Altitud	337 msnm
Latitud	01º25´42,2" S
Longitud	79º16´49,8" W
Temperatura media anual	25ºC
Temperatura máxima	30 ºC
Temperatura mínima	16 ºC
Precipitación promedio anual	2300 mm
Humedad Relativa promedio anual	90%

Fuente: I Municipio de Echeandía. 2010.

3.1.3. Zona de vida

La zona de vida donde se realizó la presente investigación corresponde al piso bosque húmedo subtropical (bh-ST). (Holdridgue, L. 1979)

3.1.4. Material experimental

- **Sustratos:**

  - Tierra de Guabo
  - Humus de lombriz
  - Cáscara de cacao
  - Tierra del lugar

- **Hormonas:**

  - Cytokin
  - Rootmost

- **Estacas de Caña Guadúa**

  - 576 estacas de Caña Guadúa (***Guadúa angustifólia***) procedentes de La Hacienda señor Hernán Carrera ubicada a 18 km del cantón Echeandía en la comunidad "La Dolorosa a una altura de 623 msnm.

3.1.5. Materiales de campo

Fundas de polietileno 6x8 pulgadas; azadón; rastrillo; bomba de mochila; cinta métrica; regaderas; calibrador de Vernier; tijeras de podar; libreta de campo.

3.1.6. Materiales de oficina

Computadora con sus accesorios; papel bonn; libreta de campo; calculadora.

3.2 Métodos

3.2.1. Factores de estudio

Factor A: Sustratos con cuatro tipos: A_1: Tierra de Guabo
A_2: Humus de Lombriz
A_3: Cáscara de Cacao
A_4: Tierra del Lugar

Factor B: Hormonas con dos tipos : B_1: Cytokin
B_2: Rootmost

3.2.2. Tratamientos: Combinación de factores AxB = 8; según el siguiente detalle:

Tratamiento No.	Código	Detalle
T_1	A_1B_1	Tierra de Guabo + Cytokin
T_2	A_1B_2	Tierra de Guabo + Rootmost
T_3	A_2B_1	Humus de Lombriz + Cytokin
T_4	A_2B_2	Humus de Lombriz + Rootmost
T_5	A_3B_1	Cáscara de Cacao + Cytokin
T_6	A_3B_2	Cáscara de Cacao + Rootmost
T_7	A_4B_1	Tierra del Lugar + Cytokin
T_8	A_4B_2	Tierra del Lugar + Rootmost

3.2.3. Tipo de diseño

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), en arreglo factorial 4x2 con 3 repeticiones.

3.3. Procedimiento:

- Número de tratamientos: 8
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 24
- Número de Fundas por Unidad Experimental: 24
- Distancia entre bloques: 0,50 m
- Distancia entre unidades experimentales: 0,30 m
- Área de cada unidad experimental: 0 ,60 m x 0,90 m = 0,54 m^2
- Área neta por parcela: 0,30 m x 0,60 m = 0,18 m^2
- Área total del Experimento 3,80 m x 4,20 m = 28,98 m^2
- Número de estacas total: 576

3.4. Tipo de Análisis

3.4.1. Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

Fuentes de Variación	Grados de libertad	CME*
Bloques (r –1)	2	$\sigma^2 e + 8\sigma^2 e$ Bloques
Sustratos (a –1)	3	$\sigma^2 e + 6\theta^2 A$
Hormonas (b -1)	1	$\sigma^2 e + 12\theta^2 B$
A x B	3	$\sigma^2 e + 3\theta^2 AxB$
E. Exp. (t -1) (r -1)	14	$\sigma^2 e$
TOTAL (t x r) - 1	23	

* Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos Seleccionados por el Investigador.

3.4.2. Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de factor A e interacciones (AxB)

3.4.3. Efecto principal para factor B: Tipos de Hormonas

3.4.4. Análisis de correlación y regresión lineal

3.4.5. Análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno

3.5. Métodos de evaluación y datos tomados

3.5.1. Porcentaje de plántulas prendidas (PPP)

Esta variable se registró a los 30 días y 60 días, tomando en consideración el tiempo transcurrido desde el momento de la colación de la estaca en la funda. Se consideraron plantas prendidas una vez que presentaron los dos primeros brotes.

3.5.2. Número de brotes por planta (NBPP)

Se registró contando el número de brotes por planta prendida a los 60 y 90 días en 8 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.

3.5.3. Altura del brote en cm (AB)

Se midió con un flexómetro en centímetros desde la base del tallo hasta su ápice terminal del eje central. Esta variable se registró a los 30, 60 y 90 días, en 8 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental.

3.5.4. Número de hojas (NH)

Se registró contando directamente el número de hojas en 8 plantas tomadas al azar en la unidad experimental a los 30, 60 y 90 días de haber sido plantadas.

3.5.5. Número de entrenudos (NEN)

Se registró contando el número de entrenudos en 8 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental a los 90 días.

3.5.6. Longitud de entrenudos en cm (LEN)

Se midió en cm los entrenudos desde el inicio hasta el final de los mismos con la ayuda de una cinta métrica, lo cual se realizó a los 90 días en 8 plantas tomadas al azar en las unidades experimentales.

3.5.7. Diámetro del tallo en mm (DT)

El diámetro del tallo o brote principal, se evaluó con la ayuda de un calibrador de Vernier en mm en la mitad del tallo a los 90 días en cada una de las estacas de las 8 plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental.

3.5.8. Porcentaje de sobrevivencia (PS)

Esta variable se registró contando el número de estacas a los 90 días en cada unidad experimental, y en base al número de estacas prendidas, se calculó el porcentaje de sobrevivencia.

3.5.9. Volumen de la raíz en cm^3 (VR)

Variable que se midió a los 90 días, para el efecto se tomó como muestra la planta más vigorosa y la menos vigorosa, de cada unidad experimental y la planta individual, se colocó en una probeta graduada con un volumen conocido (150 cm^3), a la que se agregó la masa radicular y por diferencia se registró el volumen de raíz en cm^3.

3.5.10. Longitud de la raíz en cm (LR)

Esta variable se evaluó a los 90 días, tomando como muestra la planta más vigorosa y la menos vigorosa, de cada unidad experimental y se midió con una cinta métrica desde el cuello hasta la cofia en cm.

3.5.11. Registros de costos (RC)

Se llevó un registro de costos que varían de cada tratamiento con la finalidad de realizar un análisis económico de Presupuesto Parcial y calcular la Tasa Marginal de Retorno. Los costos que se registraron fueron los sustratos y las fitohormonas.

3.6. Manejo del experimento en el vivero

3.6.1. Instalación del vivero

Se construyó un cobertizo de una dimensión de 6 m x 11,50 m, a una altura de 6 m de alto en la parte central y 5 m a los costados, utilizó materiales del lugar (caña guadúa, hoja de palma) para dar protección al vivero de la radiación solar en un 50%, para protección de los costados se utilizó zaran para evitar el pase de animales a su interior.

En el vivero se prepararon los cuatro tipos de sustratos, mismos que se colocaron en fundas de polietileno de color negro de 6 x 8 pulgadas, luego fueron colocados en el lugar del ensayo para su manejo y evaluación de las diferentes variables. Se utilizaron 24 fundas por tratamiento.

3.6.2. Obtención y preparación de los sustratos.

- **Tierra de huerta de guabo**

Se compró en una finca cercana y se procedió a tamizarlo, hasta conseguir una textura uniforme y fina, lista para el enfundado.

- **Humus de lombriz**

Se adquirió en la organización el Vergel de la Comunidad de Arroz Uco perteneciente al cantón Echeandía.

- **Cáscara de cacao**

Se compró en las fincas cercanas a la zona del experimento, luego se colocó en el vivero, donde cumplió el proceso de descomposición, a una temperatura promedio de 25ºC y se mantuvo la humedad en capacidad de campo.

- **Tierra del lugar**

Se recolectó de la parte alta de la ciudadela el Mirador del cantón Echeandía, luego se procedió a tamizar para tener uniformidad de las partículas.

3.6.3. Análisis físico químico de los sustratos

Para su correcto manejo, se recogieron muestras de cada uno de los sustratos, los cuales fueron enviados al laboratorio del INIAP-Pichilingue, para su análisis físico y químico completo (Anexo No. 2).

3.6.4. Distribución de unidades investigativas

La distribución de parcelas se realizó al azar en cada bloque, se sortearon los tratamientos de acuerdo al diseño experimental establecido, se colocaron rótulos identificando los tratamientos respectivos en cada una de las unidades experimentales. Se utilizaron 24 fundas por cada tratamiento y 192 fundas por bloque o repetición.

3.6.5. Desinfección del sustrato

La desinfección de los sustratos, se hizo en forma manual empleando el fungicida Captan 80 (Captan), con la concentración de 1gr/L de agua, una vez desinfectado el substrato se procedió a llenar las fundas.

3.6.6. Llenado de fundas

Luego del sorteo de los tratamientos correspondientes, en cada unidad experimental se colocó 2 kg de sustrato/funda.

3.6.7. Obtención de las estacas

Las plantas madres fueron de tres años, se utilizó ramas primarías, las estacas tuvieron una longitud de 11 cm, de los cuales 5 cm estuvieron bajo el nudo para ser plantados en los sustratos y 6 cm hacia arriba, el diámetro fue de 0,2 cm con una yema principal y tuvieron primordios activos. La especie utilizada fue la ***Guadúa angustifolia***.

3.6.8. Plantación de la estacas

Una vez distribuidos los tratamientos al azar en las repeticiones, se procedió a preparar la solución que contuvo las hormonas Cytokin y Rootmost en una dosis

de 2,5 cc por litro de agua; las estacas, fueron sumergidas en cada solución por 30 minutos, después de este tiempo fueron plantadas.

La plantación, se hizo en forma manual en las fundas. En el centro de la funda con el sustrato se hizo un hoyo en el cual se colocó una estaca por funda a una profundidad de 5 cm.

3.6.9. Control de malezas

El control de malezas se hizo en forma manual, cuando la maleza presentó de dos a tres hojas teniendo cuidado de no romper los brotes en cada unidad experimental.

3.6.10. Control de plagas

Luego de comprobar la presencia de Hormiga arriera ***(Atta cefalata)***, se realizó un control con el insecticida PERMASECT CE 30 (Cipermetrina 30 EC) en una dosis de 30 cc/ 20 lt de agua.

3.6.11. Riego

El riego se aplicó por aspersión con una bomba de mochila que distribuya el agua a manera de lluvia en el período de dos veces por semana en la mañana y teniendo cuidado que todos los tratamientos reciban la misma cantidad de agua. Se aplicó 10 riegos durante el desarrollo del ensayo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de plántulas prendidas a los 30 días (PPP 30 días); 60 días (PPP 60 días) y porcentaje de sobrevivencia (PS).

Cuadro No. 1. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tipos de sustratos en las variables PPP 30 días; PPP 60 días y Porcentaje de Sobrevivencia de planta a los 90 días (PS). Echeandía. 2011.

PPP 30 días (**)			PPP 60 días (**)			PS (**)		
Sustratos	Promedio	Rango	Sustratos	Promedio	Rango	Sustratos	Promedio	Rango
A_1: Tierra de Guabo	77,67	A	A_1	82,00	A	A_1	89,67	A
A_3: Cáscara de Cacao	75,83	A	A_3	82,00	A	A_3	88,33	AB
A_2: Humus de Lombriz	71,67	B	A_2	75,83	B	A_2	85,17	BC
A_4: Tierra del Lugar	69,67	B	A_4	73,17	C	A_4	82,33	C
CV = 2,73 %			CV= 1,88%			CV = 2,83 %		

Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%

Cuadro No. 2. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en las variables PPP 30 días; PPP 60 días y Porcentaje de Sobrevivencia de planta a los 90 días (PS). Echeandía. 2011.

PPP 30 días (**)			PPP 60 días (**)			PS (**)		
Tratamiento	Promedio	Rango	Tratamiento	Promedio	Rango	Tratamiento	Promedio	Rango
T_5: A_3B_1	77,67	A	T_5: A_3B_1	83,33	A	T_1: A_1B_1	90,33	A
T_6: A_3B_2	77,67	A	T_1: A_1B_1	82,67	A	T_2: A_1B_2	89,00	AB
T_1: A_1B_1	76,67	AB	T_2: A_1B_2	81,33	A	T_6: A_3B_2	88,33	ABC
T_2: A_1B_2	75,00	AB	T_6: A_3B_2	80,67	A	T_5: A_3B_1	88,33	ABC
T_3: A_2B_1	71,67	BC	T_3: A_2B_1	76,33	B	T_7: A_4B_1	87,33	ABC
T_4: A_2B_2	71,67	BC	T_4: A_2B_2	75,33	BC	T_8: A_4B_2	83,00	BC
T_7: A_4B_1	69,67	C	T_7: A_4B_1	74,33	B C	T_3: A_2B_1	83,00	BC
T_8: A_4B_2	69,67	C	T_8: A_4B_2	72,00	C	T_4: A_2B_2	81,67	C

Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%

Cuadro No. 3. Resultados del análisis de efecto principal de tipos de hormonas en las variables PPP 30 días; PPP 60 días y Porcentaje de Sobrevivencia de planta a los 90 días (PS). Echeandía. 2011.

PPP 30 días		PPP 60 días	PS
Tipo de Hormona	Promedio	Promedio	Promedio
B_1: Cytokin	73,92	79,17	86,92
B_2: Rootmost	73,50	77,33	85,83
EFECTO PRINCIPAL B1 - B2	0,42 % (NS)	1,84 (*)	1,09 (*)

Gráfico No. 1. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 días.

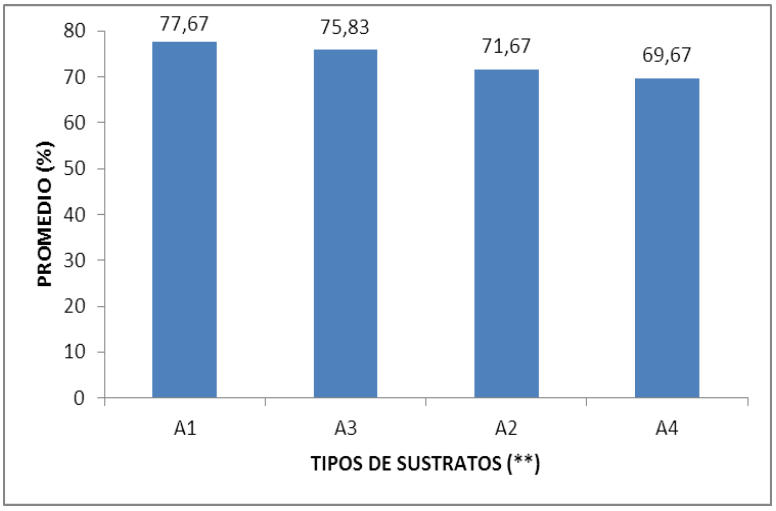


Gráfico No. 2. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 60 días.

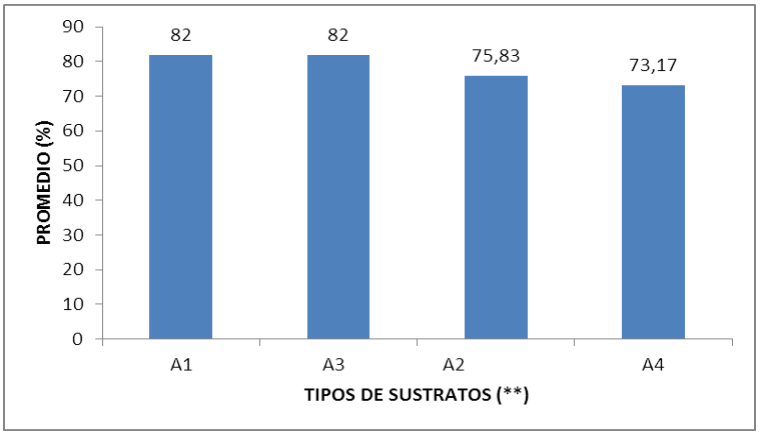


Gráfico No. 3. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días.

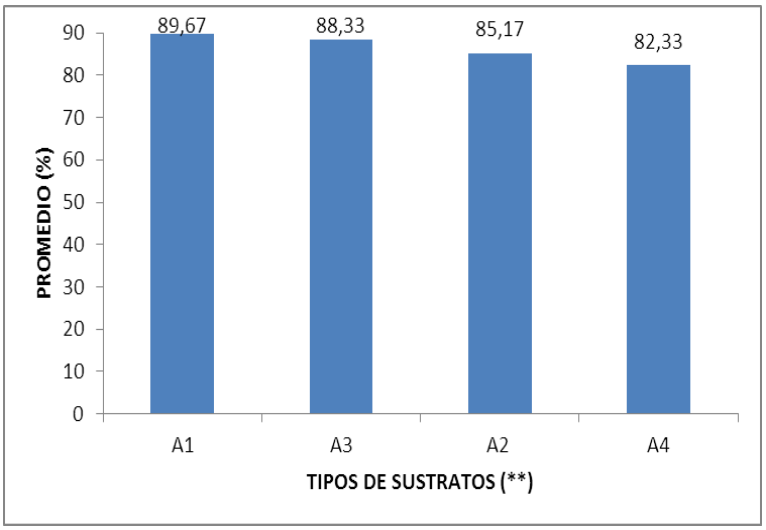


Gráfico No. 4. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 días.

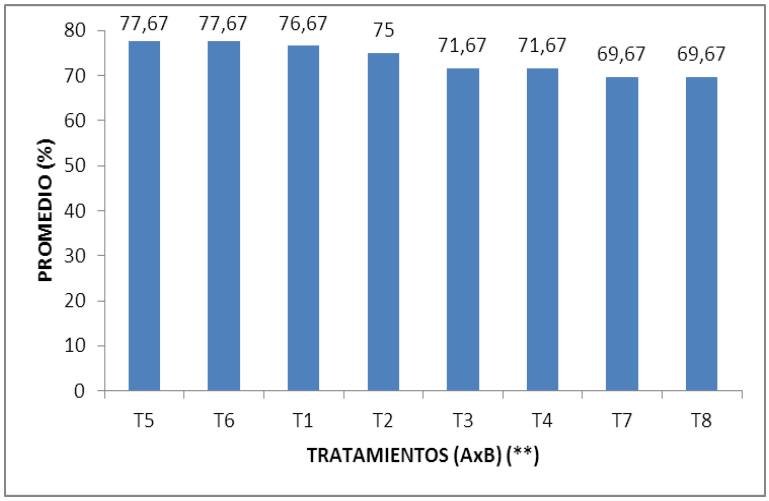


Gráfico No. 5. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 60 días.

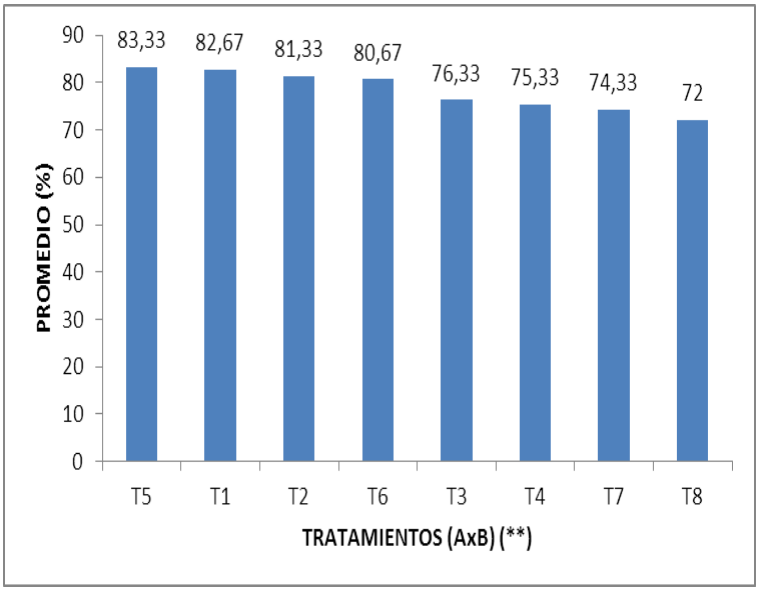


Gráfico No. 6. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días.

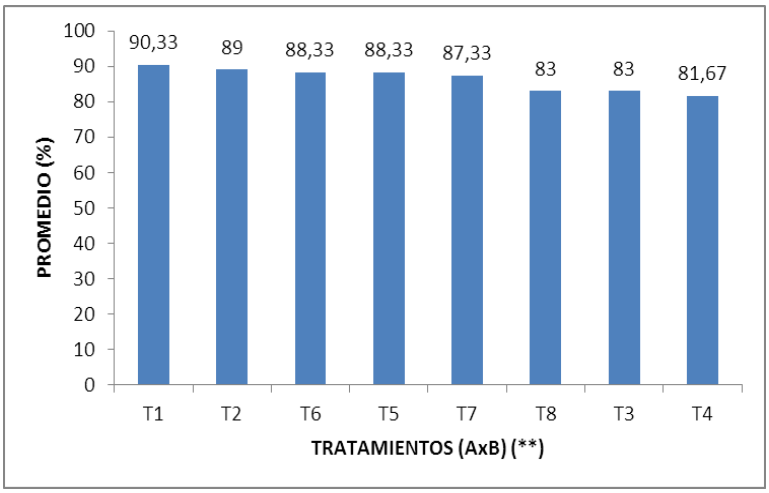


Gráfico No. 7. Tipos de hormonas en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 días.

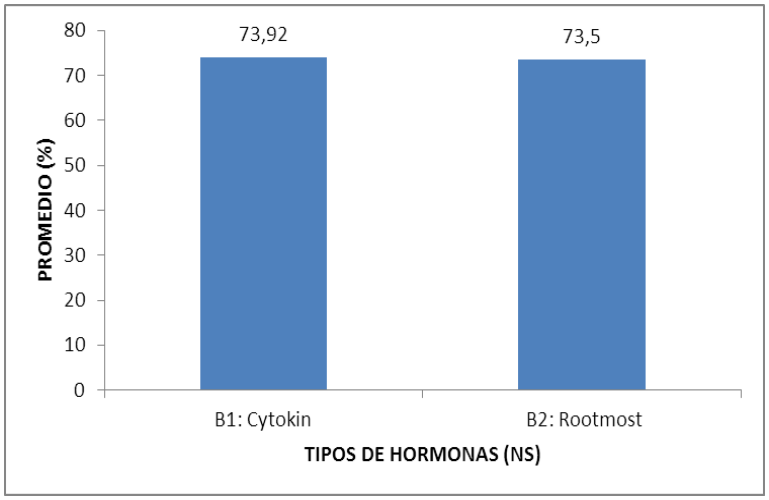


Gráfico No. 8. Tipos de hormonas en la variable porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 días.

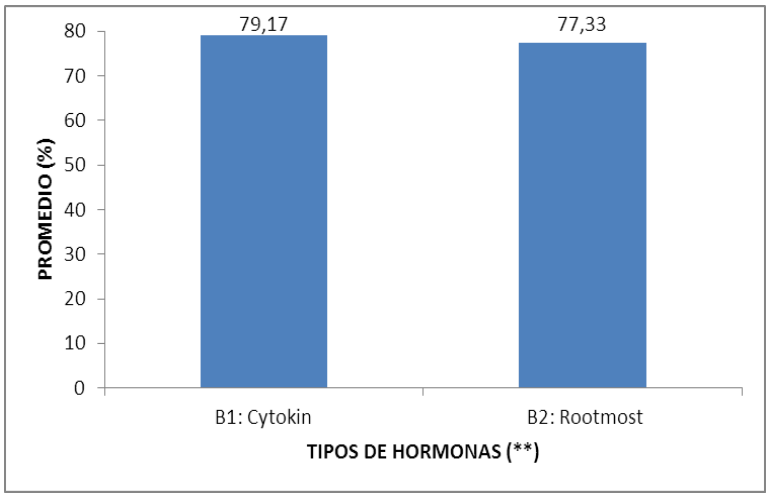
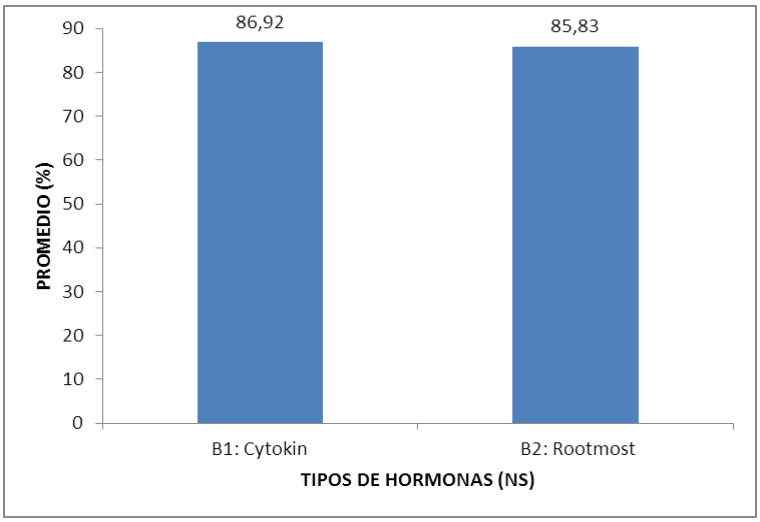


Gráfico No. 9. Tipos de hormonas en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días.



- FACTOR A: TIPOS DE SUSTRATOS.

La respuesta de los tipos de sustratos en cuanto a las variables porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 y 60 días y el porcentaje de sobrevivencia a los 90 días fueron muy diferentes (**) (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5% en forma consistente a través del tiempo: 30, 60 y 90 días los promedios más altos en la variable PPP y PS se registraron en el A_1: Tierra de Guabo con el 77,67% a los 30 días y 82,00% a los 60 días; con un 89,67% de sobrevivencia de plantas de guadúa (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1). El valor promedio más bajo se tuvo en el sustrato tierra del lugar (A_4) con 69,67% a los 30 días; 73,17% a los 60 días y con un 82,33% de sobrevivencia de las plantas (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 2 y 3).

Los valores promedios más altos obtenidos en el sustrato tierra de guabo (A_1) se debe a las buenas características físicas y químicas. De acuerdo al resultado del análisis de los sustratos, la tierra de guabo tuvo un pH de 5,1 (ácido) un contenido de materia orgánica alto (22,4%), contenido alto para N, P, K, Ca, S, Zn, Fe, Mn y B.

La textura de este sustrato fue franco-arenoso, lo que favoreció obtener valores más elevados del porcentaje de prendimiento a través del tiempo y sobrevivencia de plantas a los 90 días.

- FACTOR B: TIPOS DE HORMONAS.

Se determinó un efecto significativo del tipo de hormonas sobre las variables, porcentaje de prendimiento a los 60 días y sobrevivencia de plantas (*) (Cuadro No. 3).

Con el análisis de efecto principal, en promedio general hubo un 1,84% más de prendimiento de plantas a los 60 días y 1,09% más de sobrevivencia a los 90 días con la hormona Cytokin (Cuadro No. 3 y Gráficos No. 7, 8 y 9).

Las citoquininas actúan en la división celular y el crecimiento de las plantas, inhiben el desarrollo de raíces laterales, rompen la latencia de las yemas axilares, promueven la órgano-génesis en los tallos celulares; retrasan la senescencia o envejecimiento de los órganos vegetales, promueven la expansión celular en las hojas y el desarrollo de los cloroplastos (http://www.ecuaquimica.com.html).

- TRATAMIENTOS: TIPO DE SUSTRATOS POR HORMONAS (AxB).

La respuesta de los sustratos en cuanto a las variables porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 y 60 días y el porcentaje de sobrevivencia a los 90 días, dependieron del tipo de hormonas (**).

Con la prueba de Tukey al 5%, los promedios más elevados del PPP a través del tiempo, se registró en el tratamiento T_5: A_3B_1 (Cáscara de Cacao + Cytokin) con un 77,67% a los 30 días y 88,33% a los 60 días. El porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días se evaluó en el T_1: A_1B_1 (Tierra de Guabo + Cytokin) con el 90,33% (Cuadro No. 2 y Gráficos No. 3, 4 y 5).

Con estos resultados se confirmó la mayor eficiencia del sustrato a base de tierra de guabo y la hormona Cytokin.

2. Número de brotes por planta a los 60 y 90 días (NBPP)

Cuadro No. 4. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tipos de sustratos en las variables NBPP a los 60 y 90 días. Echeandía. 2011.

NBPP 60 días (**)			NBPP 90 días (NS)		
Sustratos	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
A_3: Cáscara de Cacao	3,17	A	A_3	4,00	A
A_1: Tierra de Guabo	2,83	A	A_1	3,67	A
A_4: Tierra del Lugar	2,67	AB	A_4	3,50	A
A_2: Humus de Lombriz	1,67	B	A_2	3,00	A
CV = 3,70%			CV = 2,32%		

Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.

Cuadro No. 5. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en las variables NBPP a los 60 y 90 días. Echeandía. 2011.

NBPP 60 días (NS)			NBPP 90 días (NS)		
Tratamientos	Promedio	Rango	Tratamientos	Promedio	Rango
T_5: A_3B_1	3,33	A	T_5: A_3B_1	4,33	A
T_6: A_3B_2	3,00	A	T_6: A_3B_2	3,67	A
T_1: A_1B_1	3,00	A	T_8: A_4B_2	3,67	A
T_7: A_4B_1	2,67	A	T_1: A_1B_1	3,67	A
T_8: A_4B_2	2,67	A	T_2: A_1B_2	3,67	A
T_2: A_1B_2	2,67	A	T_7: A_4B_1	3,33	A
T_4: A_2B_2	1,67	A	T_4: A_2B_2	3,00	A
T_3: A_2B_1	1,67	A	T_3: A_2B_1	3,00	A

Promedios con la misma letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Cuadro No. 6. Resultado del análisis de efecto principal de tipos de hormonas en las variables NBPP a los 60 y 90 días. Echeandía. 2011

NBPP 60 días		NBPP 90 días	
Tipos de hormonas	Promedio	Tipos de hormonas	Promedio
B_1: Cytokin	2,67	B_2:	3,58
B_2: Rootmost	2,50	B_1:	3,50
Efecto principal $B_1 - B_2$	0,17 (NS)	Efecto principal $B_2 - B_1$	0,08 (NS)

Gráfico No. 10. Tipos de sustratos en la variable número de brotes por planta a los 60 días.

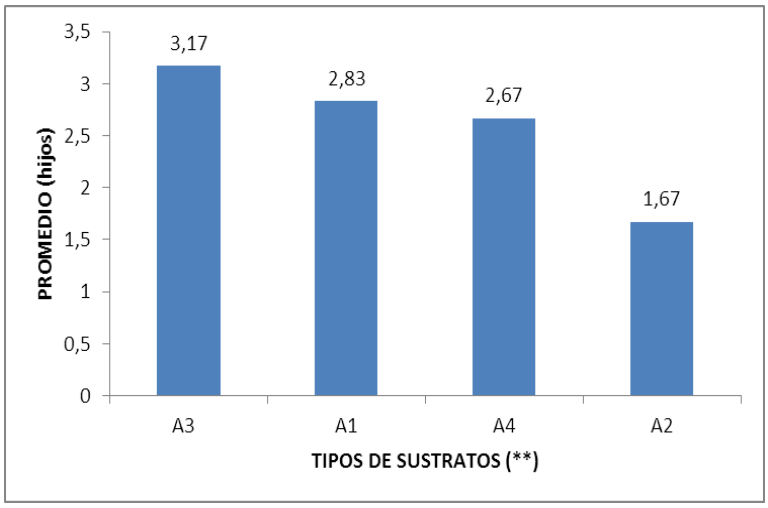


Gráfico No. 11. Tipos de sustratos en la variable número de brotes por planta a los 90 días.

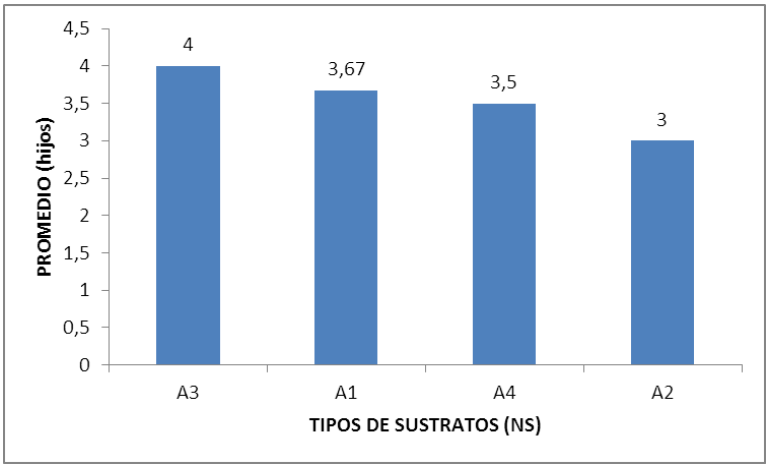


Gráfico No. 12. Interacción de factores (AxB) en la variable número de brotes por planta a los 60 días.

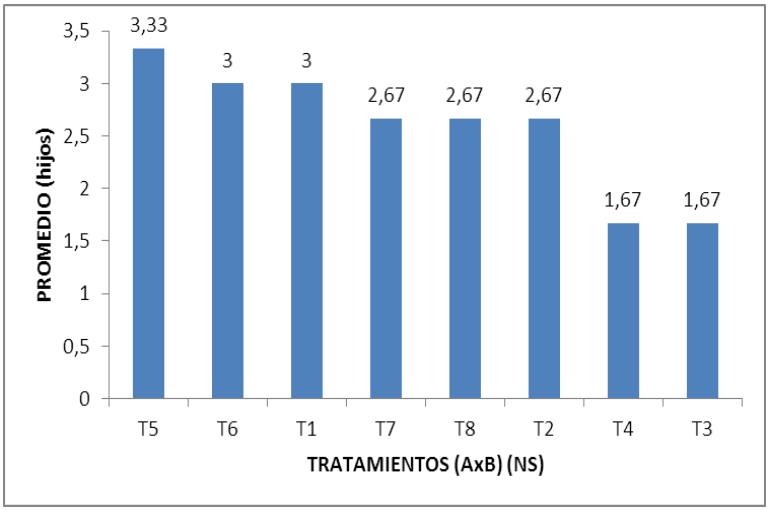


Gráfico No. 13. Interacción de factores (AxB) en la variable número de brotes por planta a los 90 días.

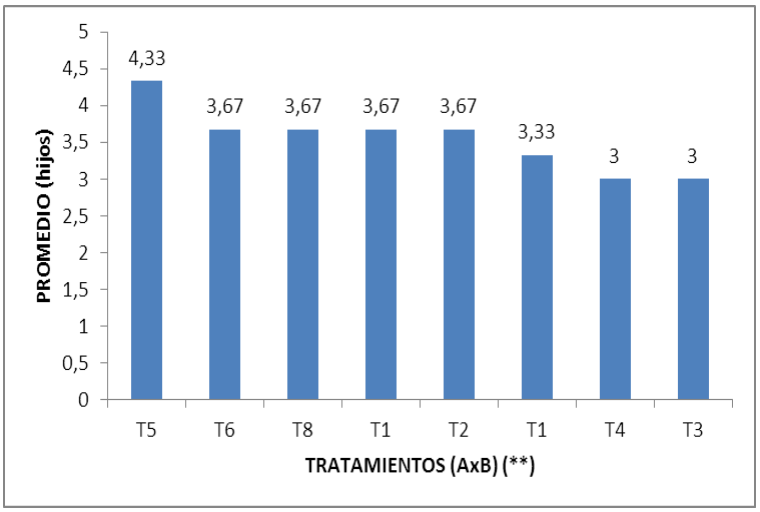


Gráfico No. 14. Tipos de hormonas en la variable número de brotes por planta a los 60 días.

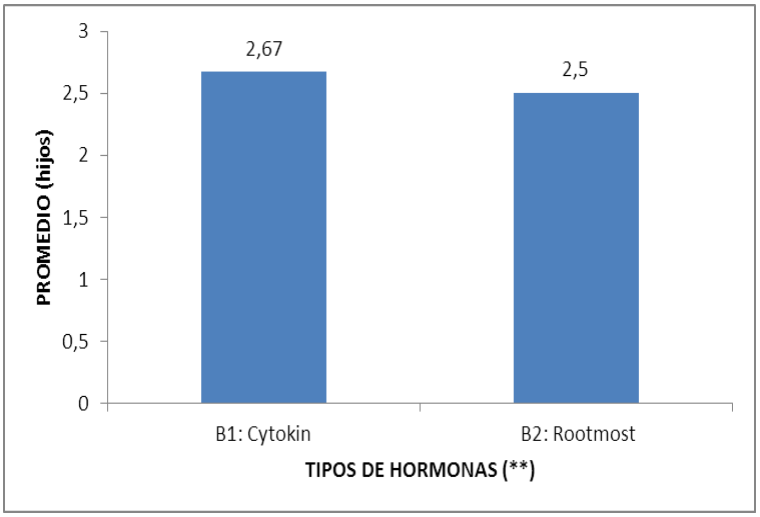
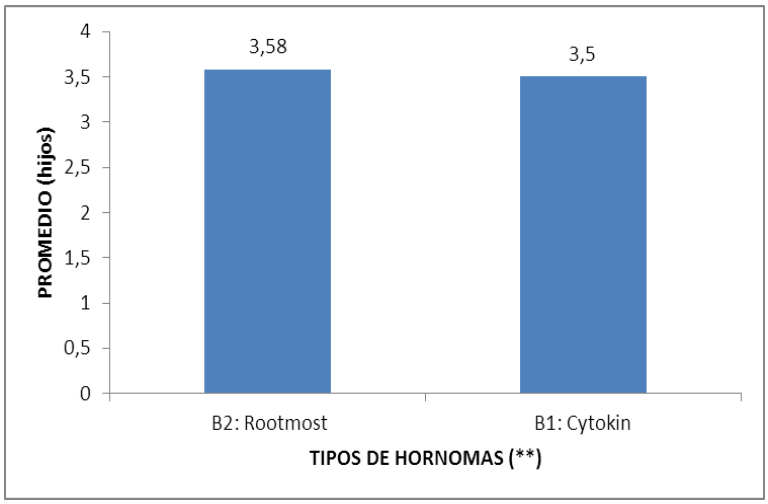


Gráfico No. 15. Tipos de hormonas en la variable número de brotes por planta a los 90 días.



- FACTOR A: TIPOS DE SUSTRATOS.

Se determinaron diferencias estadísticas significativas como respuesta de los tipos de sustratos sobre las variables NBPP a los 60 días, mientras que a los 90 días fue similar (Cuadro No. 4).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a los 60 y 90 días el promedio más alto de NBPP se evaluó en el sustrato a base de Cáscara de Cacao con 3,17 (3,00) y 4,00 brotes/planta respectivamente, seguido de la tierra de guabo

El promedio más bajo de esta variable se tuvo en el sustrato A_2: Humus de lombriz con 1,67 brotes a los 60 días y 3,00 brotes/planta a los 90 días. (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 11 y 12).

El humus de lombriz tiene una buena cantidad de agregados o porosidad, siendo el agua fácilmente lixiviada y con ella los nutrientes, y por esto presentó el menor número de brotes por planta.

Con estos resultados, se confirma que el sustrato resultante de la descomposición de la cáscara de cacao y la tierra de guabo, por sus características físicas y químicas se convierte en buenos sustratos, lo que tuvo una relación directa con el mayor número de brotes/planta.

- FACTOR B: TIPOS DE HORMONAS.

La respuesta de los tipos de hormonas sobre las variables NBPP a los 60 y 90 días fue similar (Cuadro No. 6).

Con el análisis de efecto principal en promedio general a los 60 días las dos hormonas (Cytokin y Rootmost) presentaron 3 brotes por planta, y, a los 90 días se registró 4 brotes/planta (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 14 y 15).

- TRATAMIENTOS: TIPO DE SUSTRATOS POR HORMONAS (AxB).

La respuesta de los tipos de sustratos en cuanto a la variable NBPP a los 60 y 90 días, no dependió del tipo de hormonas (NS), es decir fueron factores independientes.

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 60 y 90 días el promedio más alto se registró en el tratamiento de cáscara de cacao con la hormona Cytokin (T_5) con 3,33 (3) y 4,33 (4) brotes por planta respectivamente. Un menor NBPP a través del tiempo, se dio en el tratamiento a base de Humus de Lombriz con la hormona Cytokin (T_3) con 1,67 (2) brotes a los 60 días y 3,00 brotes/planta los 90 días (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 12 y 13).

El número de brotes/planta es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente. Otros factores que inciden directamente son la temperatura, humedad (riego), sanidad, horas luz, y nutrición de las plántulas en el proceso de enraizamiento y crecimiento inicial.

3. Altura del brote en cm (AB) a los 30; 60 y 90 días

Cuadro No. 7. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tipos de sustratos (A) en la variable AB en cm a los 30, 60 y 90 días. Echeandía. 2011.

AB cm 30 días (*)			AB cm 60 días **			AB cm 90 días **		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
A_3: Cáscara de Cacao	21,33	A	A_3	35,50	A	A_1	49,42	A
A_4: Tierra del Lugar	19,81	A	A_1	34,98	A	A_3	48,00	A
A_1: Tierra de Guabo	18,96	AB	A_2	30,92	B	A_4	38,34	B
A_2: Humus de Lombriz	18,21	AB	A_4	26,79	C	A_2	37,16	B
CV = 15,28%			CV= 14,00%			CV= 12,01%		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Cuadro No. 8. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en la variable AB en cm a los 30; 60 y 90 días. Echeandía. 2011.

AB cm 30 días **			AB cm 60 días **			AB cm 90 días **		
Tratamiento	Promedio	Rango	Tratamiento	Promedio	Rango	Tratamiento	Promedio	Rango
T_5: A_3B_1	24,50	A	T_5: A_3B_1	38,09	A	T_5: A_3B_1	50,84	A
T_7: A_4B_1	21,50	AB	T_1: A_1B_1	36,25	AB	T_2: A_1B_2	50,09	A
T_2: A_1B_2	19,09	AB	T_2: A_1B_2	33,71	AB	T_1: A_1B_1	48,75	AB
T_3: A_2B_1	19,05	AB	T_6: A_3B_2	32,92	AB	T_6: A_3B_2	45,17	B
T_1: A_1B_1	18,83	AB	T_3: A_2B_1	30,92	AB	T_7: A_4B_1	40,17	C
T_6: A_3B_2	18,17	AB	T_4: A_2B_2	30,92	AB	T_4: A_2B_2	37,81	CD
T_8: A_4B_2	18,13	AB	T_8: A_4B_2	28,92	AB	T_8: A_4B_2	36,50	D
T_4: A_2B_2	17,38	B	T_7: A_4B_1	24,67	B	T_3: A_2B_1	36,50	D

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Cuadro No. 9. Resultados del análisis de efecto principal de tipos de hormonas en las variables AB en cm a los 30; 60 y 90 días. Echeandía. 2011.

AB en cm 30 días		AB cm 60 días	AB cm 90 días
Tipo de Hormona	Promedio	Promedio	Promedio
B_1: Cytokin	20,97	32,48	44,06
B_2: Rootmost	18,19	31,62	42,39
EFECTO PRINCIPAL B_1 - B_2	2,78 cm **	0,86 cm **	1,67 cm **

Gráfico No. 16. Tipos de sustratos en la variable altura del brote a los 30 días.

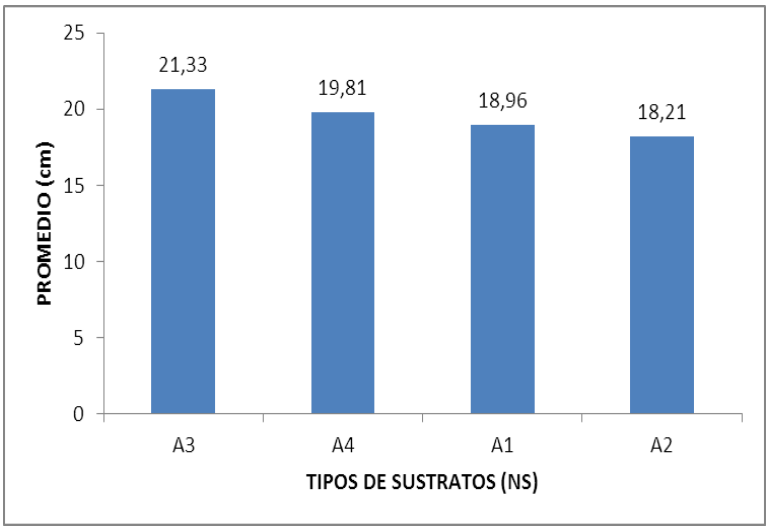


Gráfico No. 17. Tipos de sustratos en la variable altura del brote a los 60 días

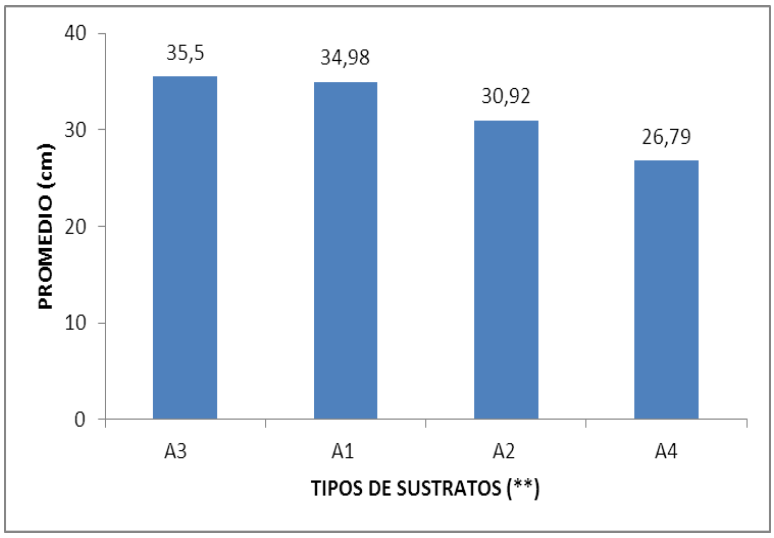


Gráfico No. 18. Tipos de sustratos en la variable altura del brote a los 90 días.

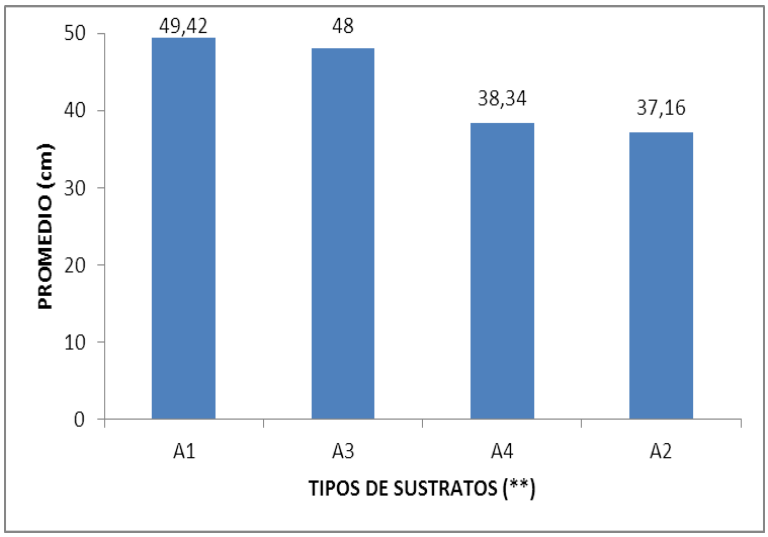


Gráfico No. 19. Interacción de factores (AxB) en la variable altura del brote a los 30 días.

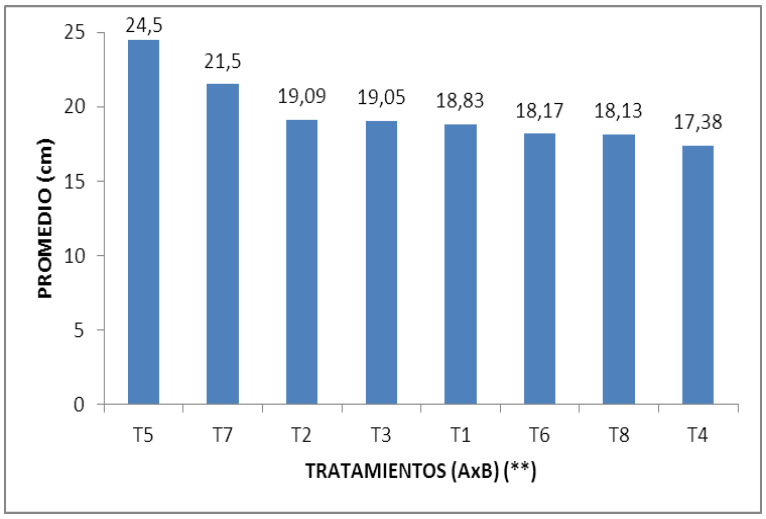


Gráfico No. 20. Interacción de factores (AxB) en la variable altura del brote a los 60 días.

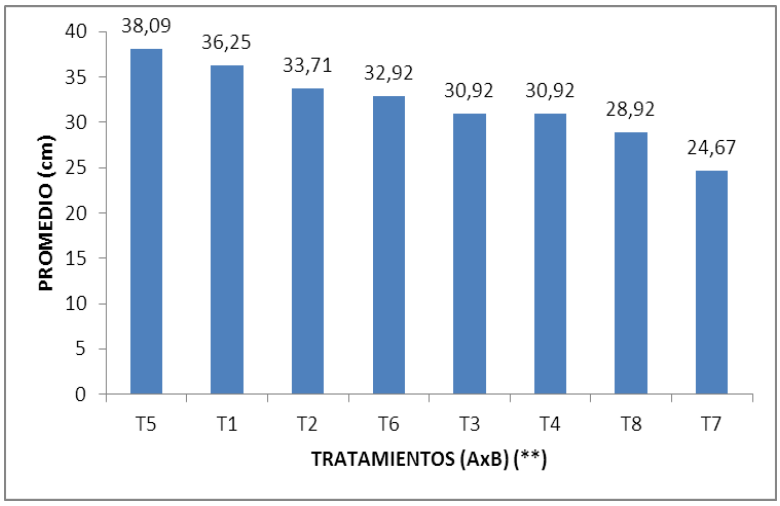


Gráfico No. 21. Interacción de factores (AxB) en la variable altura del brote a los 90 días.

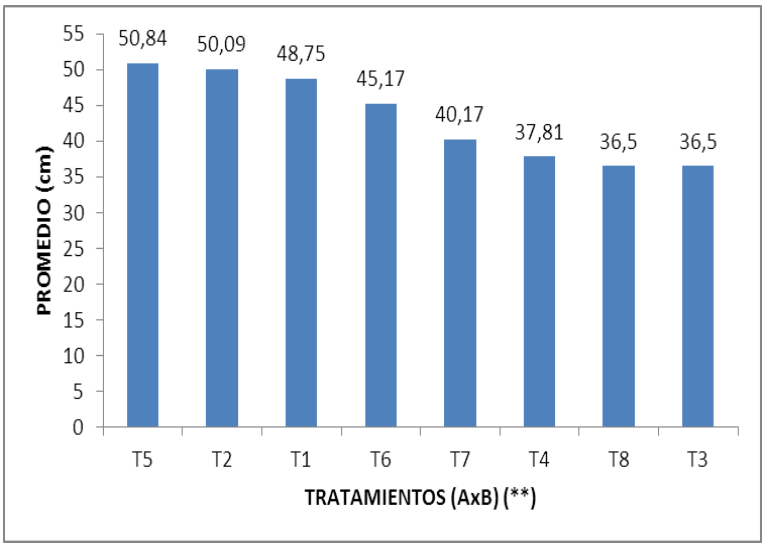


Gráfico No. 22. Tipos de hormonas en la variable altura del brote a los 30 días.

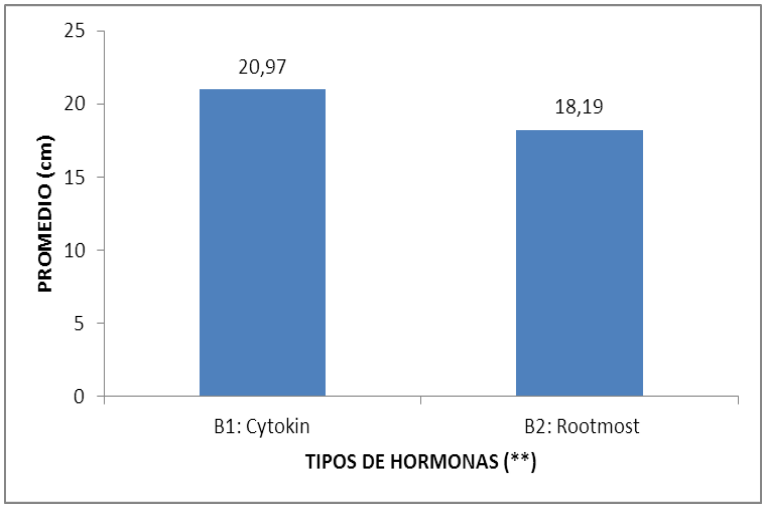


Gráfico No. 23. Tipos de hormonas en la variable altura del brote a los 60 días.

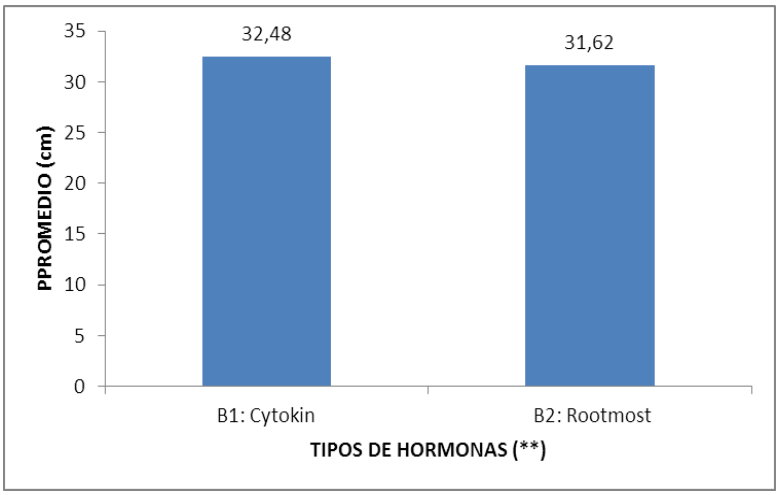
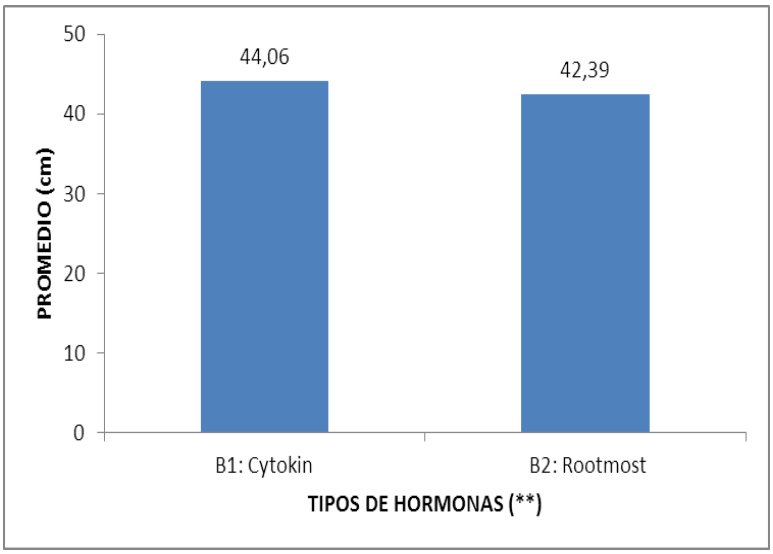


Gráfico No. 24. Tipos de hormonas en la variable altura del brote a los 90 días.



- FACTOR A: TIPOS DE SUSTRATOS.

La respuesta de los sustratos en cuanto a la variable AB en cm a través del tiempo (30, 60 y 90 días), fue diferente y muy diferente (*/**) (Cuadro No. 7).

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 30 y 60 días brotes más altos se evaluaron en el A_3: Cáscara de Cacao con 21,33 y 35,50 cm, sin embargo a los 90 días el promedio más elevado se tuvo en el A_1: Tierra de Guabo con 49,42 cm (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 16, 17 y 18).

Inicialmente el sustrato a base de cáscara de cacao es bueno por la textura, estructura y porosidad, sin embargo en la tierra de guabo se presentaron contenidos altos para materia orgánica, macro y micro nutrientes, especialmente para N con 81 ppm, suministrando a las plantas una buena nutrición, lo que influyó positivamente en una mayor altura del brote.

La altura del brote, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo - ambiente.

- FACTOR B: TIPOS DE HORMONAS.

Se determinaron diferencias estadísticas altamente significativas como respuesta de los tipos de hormonas en relación a la variable AB a los 30, 60 y 90 días (Cuadro No. 9).

Con el análisis de efecto principal para el factor B, una mayor efectividad se tuvo con la hormona Cytokin a los 30 días existió 2,78 cm; a los 60 días 0,86 cm y a los 90 días 1,67 cm más de AB en comparación a Rootmost, que su crecimiento a través del tiempo fue menor (Cuadro No. 9 y Gráficos No. 22, 23 y 24).

Una mayor efectividad de la hormona Cytokin fue debido a las características físicas y químicas, esta hormona estimula el desarrollo del sistema radicular, y por ende una mayor altura del brote a través del tiempo; se ha comprobado que las citoquininas, estimulan también la ramificación y ahijamiento de los brotes de diferentes especies de plantas.

- TRATAMIENTOS: TIPO DE SUSTRATOS POR HORMONAS (AxB).

La respuesta de los tipos de sustratos en relación a la variable AB, dependieron significativamente del tipo de hormonas, es decir fueron factores dependientes (Cuadro No. 8).

Con la prueba de Tukey al 5%, la mayor altura del brote a través del tiempo y en forma consistente se registró en el tratamiento T_5: A_3B_1 (Cáscara de Cacao + Hormona Cytokin) con 24,50 cm a los 30 días; 38,09 cm a los 60 días y 50,84 cm a los 90 días (Cuadro No. 8 y Gráficos No. 19, 20 y 21).

Una menor altura del brote a los 30 días se evaluó en el T_4: A_2B_2 con 17,38 cm; a los 60 días se tuvo en el T_7: A_4B_1 con 24,67 cm y a los 90 días se dio en el T_3: A_2B_1 con 36,50 cm (Cuadro No. 8 y Gráficos No. 19, 20 y 21).

Estos resultados permiten inferir que se tuvo una mayor efectividad del sustrato a base de cáscara de cacao y la hormona Cytokin como factores principales, por el contenido de nutrientes, ya que si una planta está bien nutrida, dispone de humedad y temperatura adecuada y un estimulante de crecimiento como la hormona, el resultado es brotes más altos y vigorosos, lo que contribuye a disponer de plantas de guadua en menor tiempo y de buena calidad.

4. Número de hojas (NH) a los 30; 60 y 90 días.

Cuadro No. 10. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de sustratos en la variable NH a los 30; 60 y 90 días. Echeandía. 2011.

NH 30 días (NS)			NH 60 días (**)			NH 90 días (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
A_2: Humus de Lombriz	6,17	A	A_3	12,83	A	A_3	15,67	A
A_1: Tierra de Guabo	6,00	A	A_2	12,83	A	A_1	14,67	A
A_4: Tierra del Lugar	6,00	A	A_1	12,50	A	A_2	14,33	A
A_3: Cáscara de Cacao	5,67	A	A_4	11,17	B	A_4	13,50	B
CV = 13,27%			CV = 17,44%			CV= 15,57%		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Cuadro No.11. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en la variable NH a los 30; 60 y 90 días. Echeandía. 2011

NH 30 días (NS)			NH 60 días (**)			NH 90 días (**)		
Tratamiento	Promedio	Rango	Tratamiento	Promedio	Rango	Tratamiento	Promedio	Rango
T_4: A_2B_2	7,00	A	T_5: A_3B_1	14,33	A	T_5: A_3B_1	18,00	A
T_1: A_1B_1	6,37	A	T_3: A_2B_1	13,00	B	T_4: A_2B_2	14,67	B
T_5: A_3B_1	6,33	A	T_4: A_2B_2	12,67	BC	T_1: A_1B_1	14,67	B
T_7: A_4B_1	6,33	A	T_1: A_1B_1	12,67	BC	T_2: A_1B_2	14,67	B
T_8: A_4B_2	5,77	A	T_2: A_1B_2	12,33	BC	T_3: A_2B_1	14,00	B
T_3: A_2B_1	5,63	A	T_7: A_4B_1	11,33	C	T_7: A_4B_1	13,67	BC
T_2: A_1B_2	5,53	A	T_8: A_4B_2	11,33	C	T_8: A_4B_2	13,33	BC
T_6: A_3B_2	5,50	A	T_6: A_3B_2	11,00	C	T_6: A_3B_2	13,33	BC

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Cuadro No. 12. Resultados del análisis de efecto principal de tipos de hormonas en las variables NH en cm a los 30; 60 y 90 días.

NH 30 días		NH 60 días	NH 90 días
Tipo de Hormona	Promedio	Promedio	Promedio
B_1: Cytokin	6,17	12,83	15,08
B_2: Rootmost	5,75	11,83	14,00
EFECTO PRINCIPAL B_1-B_2	0,49 NH (NS)	1,00 NH (**)	1,08 NH **

Gráfico No. 25. Tipos de sustratos en la variable número de hojas por planta a los 30 días.

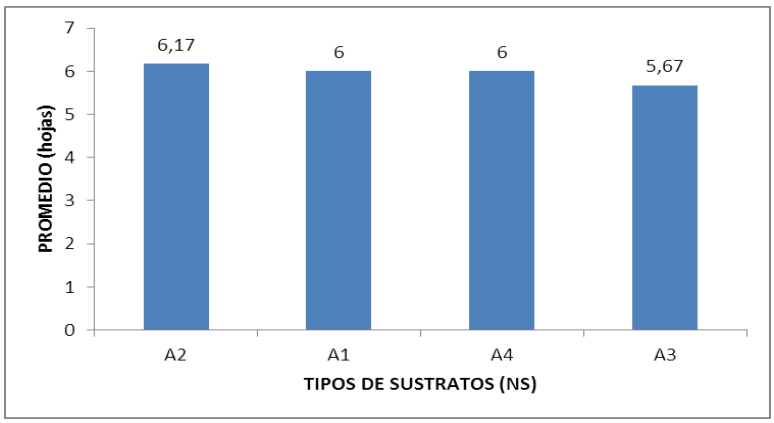


Gráfico No. 26. Tipos de sustratos en la variable número de hojas por planta a los 60 días.

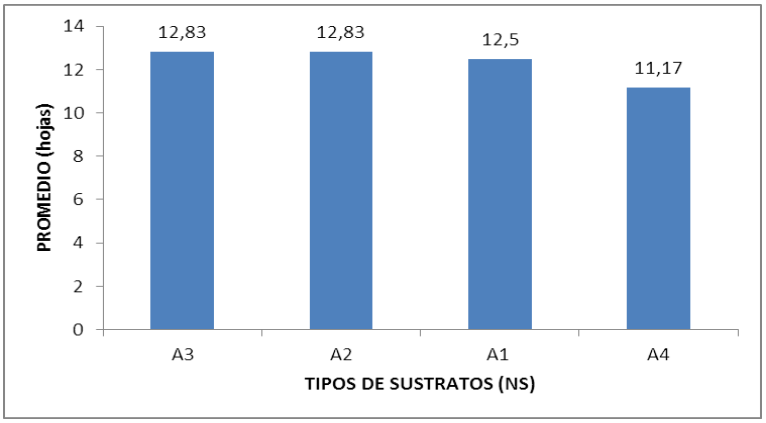


Gráfico No. 27. Tipos de sustratos en la variable número de hojas por planta a los 90 días.

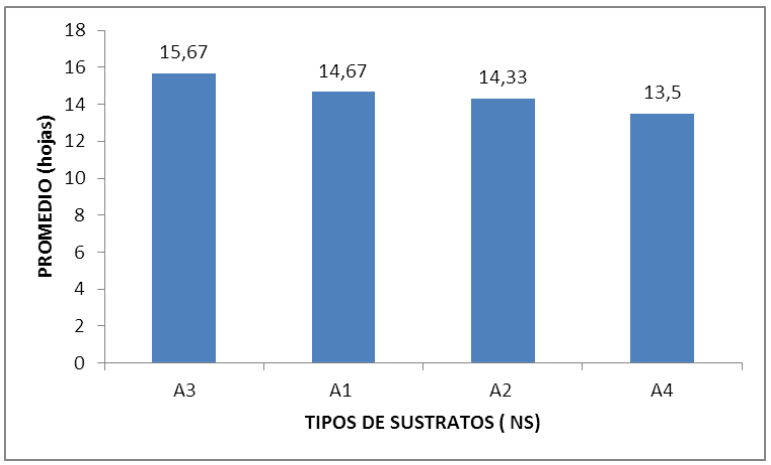


Gráfico No. 28. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas por planta a los 30 días.

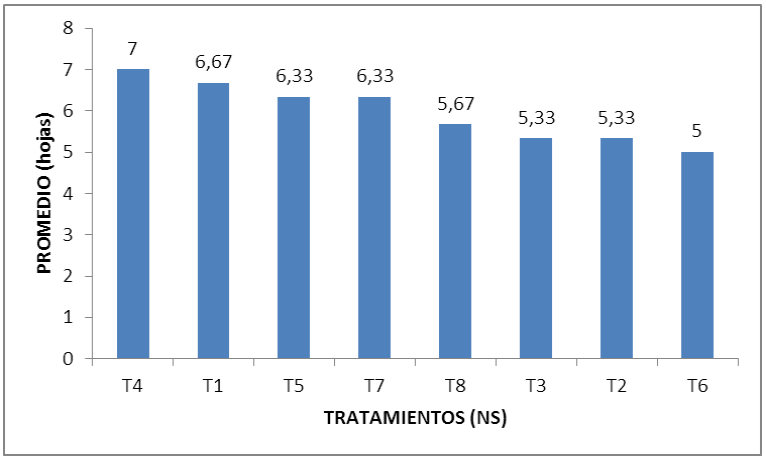


Gráfico No. 29. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas por planta a los 60 días.

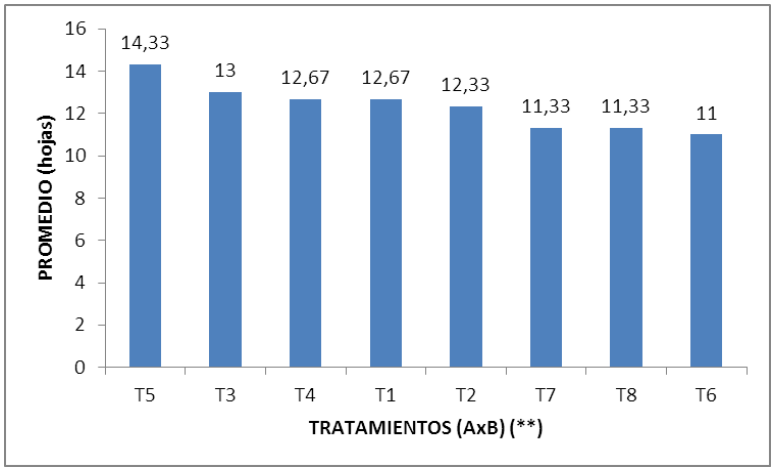


Gráfico No. 30. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas por planta a los 90 días.

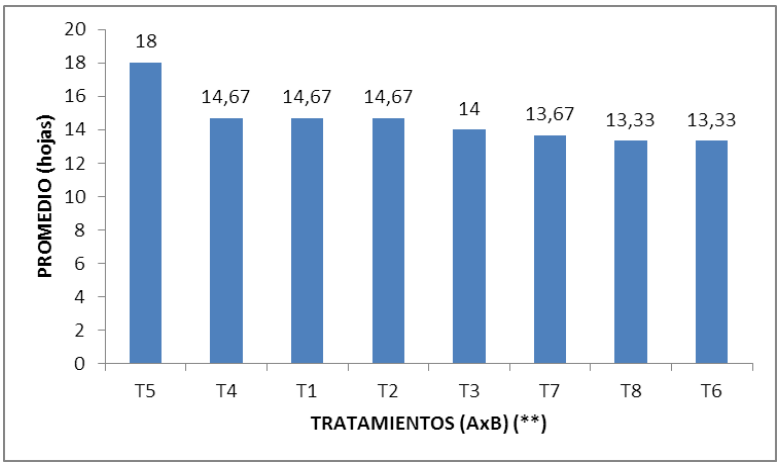


Gráfico No. 31. Tipos de hormonas en la variable número de hojas por planta a los 30 días.

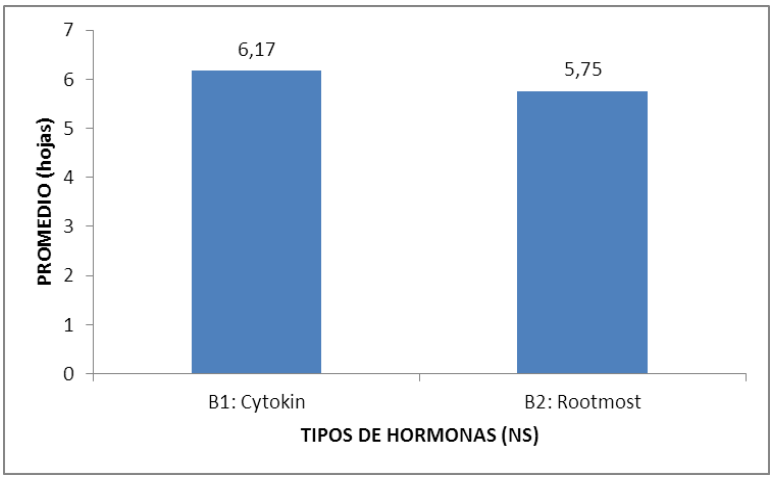


Gráfico No. 32. Tipos de hormonas en la variable número de hojas por planta a los 60 días.

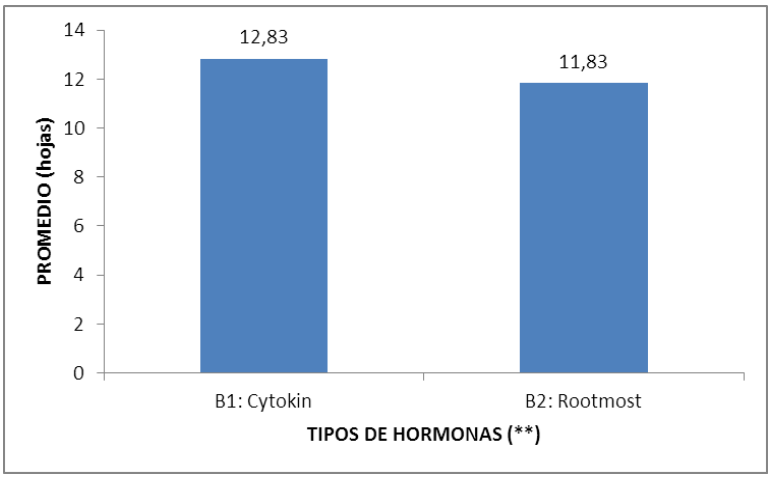
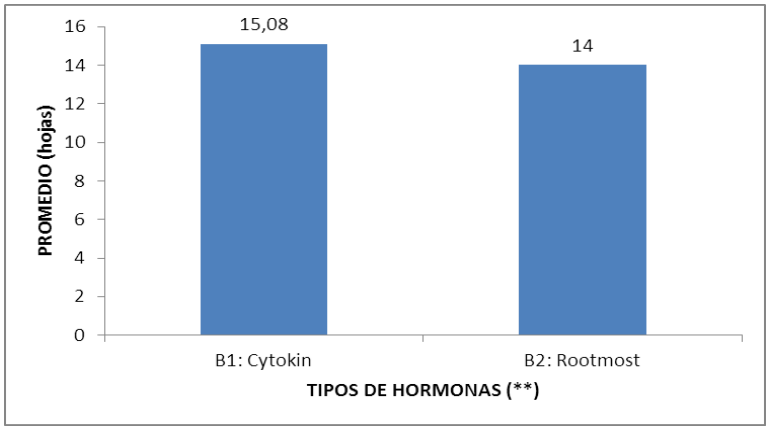


Gráfico No. 33. Tipos de hormonas en la variable número de hojas por planta a los 90 días.



- FACTOR A: TIPOS DE SUSTRATOS.

Existió un efecto altamente significativo (**) de los tipos de sustratos en la variable NH únicamente a los 60 y 90 días (Cuadro No. 10).

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 30 días en promedio general en los cuatro sustratos se registró 6 hojas/planta; a los 60 y 90 días el sustrato con el mayor número de hojas fue el A_3: Cáscara de Cacao con 12,83 (12) y 15,67 (16) hojas/planta.

El menor NH se evaluó en el A_4: Tierra del Lugar con 11,17 (11) hojas a los 60 días y 13,50 (14) hojas a los 90 días (Cuadro No. 10 y Gráficos No. 25, 26 y 27).

De acuerdo con estos resultados podemos inferir que en general existió en todos los sustratos un crecimiento importante de las plantas de guadúa reflejada en el NH; existiendo una relación directa entre las variables, altura de plantas con el número de hojas; es decir plantas de guadúa más altas presentaron un mayor número de hojas.

- FACTOR B: TIPOS DE HORMONAS.

La respuesta de los tipos de hormonas en cuanto a la variable NH fue similar a los 30 días (NS), sin embargo a los 60 y 90 días fue muy diferente (**) (Cuadro No. 12).

Con el análisis de efecto principal, en promedio a través del tiempo la hormona Cytokin (B_1) fue más efectiva con 0,49 hojas a los 30 días; 1,00 hoja a los 60 y 90 días en comparación a Rootmost (B_2) (Cuadro No. 12 y Gráficos No. 31, 32 y 33).

En la mayoría de las variables evaluadas en esta investigación numéricamente ay mayor efectividad de la hormona Cytokin, esto se debe a que esta hormona inicialmente favorece el desarrollo de un buen sistema radicular, lo que tiene relación con el crecimiento de una planta y por ende un mayor número de hojas. Las citoquininas se sintetizan inicialmente en los meristemas apicales de las raíces, particularmente en los tejidos embrionarios.

Es evidente además que el NH, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente.

- TRATAMIENTOS: TIPO DE SUSTRATOS POR HORMONAS (AxB).

A los 60 y 90 días la respuesta de los tipos de sustratos en cuanto a la variable NH, dependió de los tipos de hormonas (**); es decir fueron factores dependientes (Cuadro No. 11).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a los 60 y 90 días el mejor tratamiento en la variable NH fue el T_5: A_3B_1 (Cáscara de Cacao + Hormona Cytokin) con 14,33 (14) y 18 hojas respectivamente.

Un menor número de hojas a través del tiempo, se registró en la combinación Cáscara de Cacao + Hormona Rootmost (T_6: A_3B_2) con 5,50 a los 30 días; 11,00 hojas a los 60 días y 13,33 hojas a los 90 días (Cuadro No. 11 y Gráficos No. 28, 29 y 30).

5. Numero de entrenudos (NEN), longitud de entrenudos (LEN) y diámetro del tallo (DT) a los 90 días.

Cuadro No. 13. Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de sustratos (A) en las variables NEN; LEN y DT en mm a los 90 días. Echeandía. 2011.

NEN a los 90 días (NS)			LEN cm 90 días (**)			DT mm 90 días **		
Sustratos	Promedio	Rango	Sustratos	Promedio	Rango	Sustratos	Promedio	Rango
A_1: Tierra de Guabo	6,17	A	A_1	5,55	A	A_1	3,37	A
A_3: Cáscara de Cacao	6,00	A	A_3	5,27	A	A_3	3,26	A
A_2: Humus de Lombriz	5,50	A	A_2	4,87	B	A_2	3,20	A
A_4: Tierra del Lugar	5,33	A	A_4	4,34	B	A_4	2,64	B
CV = 13,28%			CV= 17,84%			CV= 8,80%		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferente al 5%

Cuadro No. 14. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedio de tratamientos (AxB) en las variables NEN; LEN y DT en mm a los 90 días. Echeandía. 2011.

NEN A LOS 90 días (NS)			LEN cm 90 días (**)			DT mm 90 días (**)		
Tratamiento	Promedio	Rango	Tratamiento	Promedio	Rango	Tratamiento	Promedio	Rango
T_5: A_3B_1	6,33	A	T_1: A_1B_1	5,66	A	T_1: A_1B_1	3,39	A
T_2: A_1B_2	6,00	A	T_2: A_1B_2	5,44	A	T_8: A_4B_2	3,34	A
T_6: A_3B_2	6,00	A	T_5: A_3B_1	5,33	A	T_2: A_1B_2	3,34	A
T_1: A_1B_1	6,00	A	T_6: A_3B_2	5,20	A	T_6: A_3B_2	3,26	A
T_4: A_2B_2	5,67	A	T_3: A_2B_1	5,03	A	T_5: A_3B_1	3,25	A
T_8: A_4B_2	5,33	A	T_4: A_2B_2	4,71	AB	T_7: A_4B_1	3,05	A
T_7: A_4B_1	5,33	A	T_7: A_4B_1	4,69	AB	T_4: A_2B_2	2,83	AB
T_3: A_2B_1	5,33	A	T_8: A_4B_2	3,99	B	T_3: A_2B_1	2,46	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Cuadro No. 15. Resultados del análisis de efecto principal de tipo de hormonas en las variables NEN; LEN en cm y DT en mm a los 90 días. Echeandía. 2011.

NEN 90 días		LEN cm 90 días	DT mm 90 días
Tipos de Hormonas	Promedio	Promedio	Promedio
B_2: Rootmost	5,83	5,18	3,19
B_1: Cytokin	5,67	4,84	3,04
Efecto principal B1-B2	0,16 (NS)	0,34 cm (**)	0,15 mm (**)

Gráfico No. 34. Tipos de sustratos en la variable número de entrenudos por planta a los 90 días.

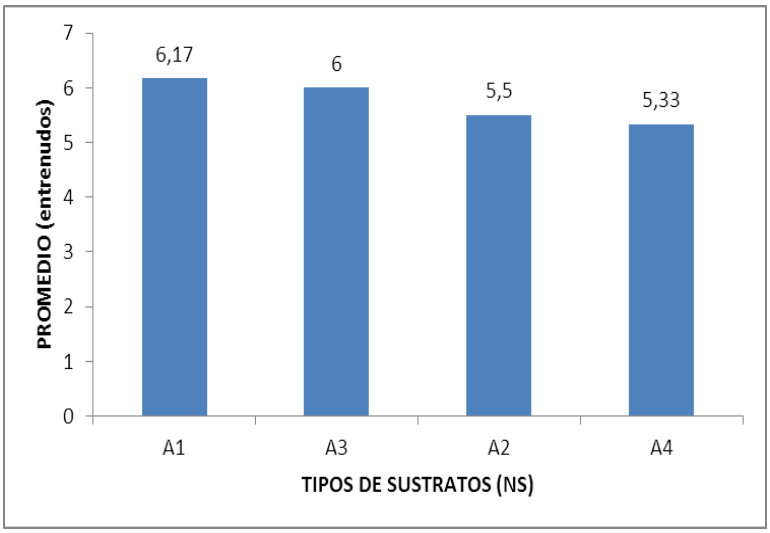


Gráfico No. 35. Tipos de sustratos en la variable longitud de entrenudos por planta a los 90 días.

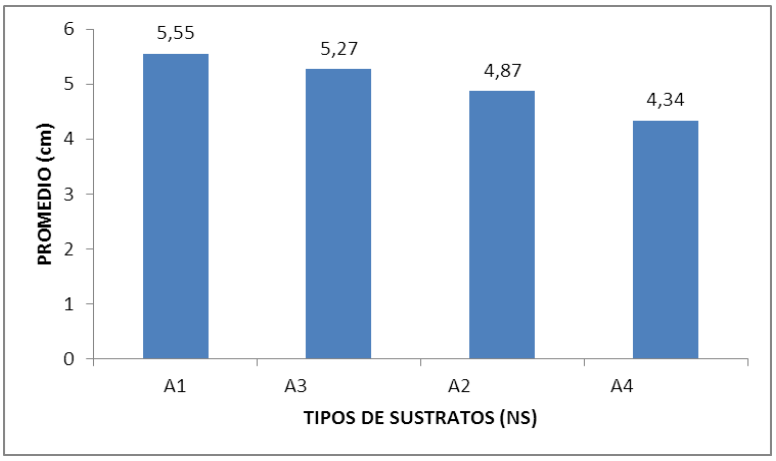


Gráfico No. 36. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo por planta a los 90 días.

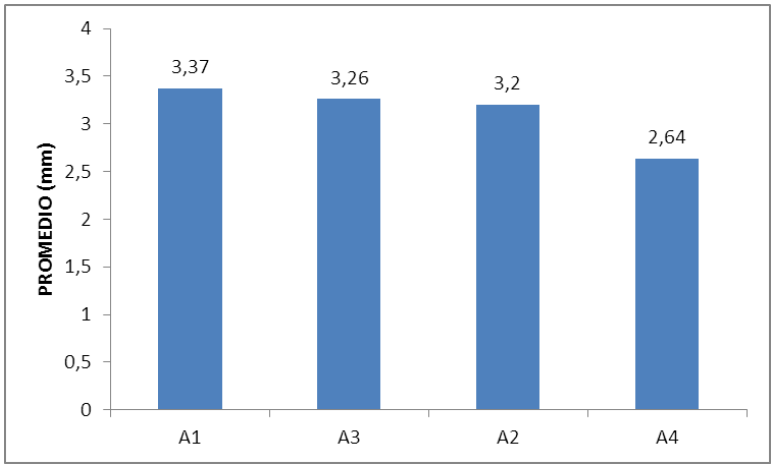


Gráfico No. 37. Interacción de factores (AxB) en la variable número de entrenudos por planta a los 90 días

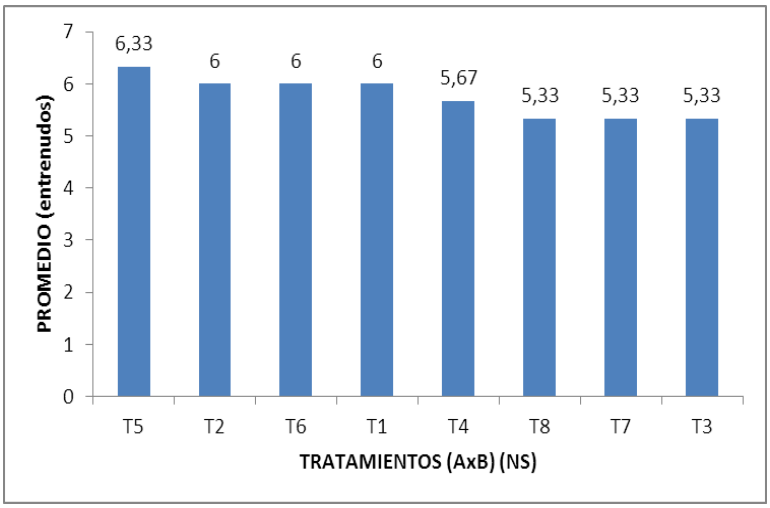


Gráfico No. 38. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de entrenudos por planta a los 90 días

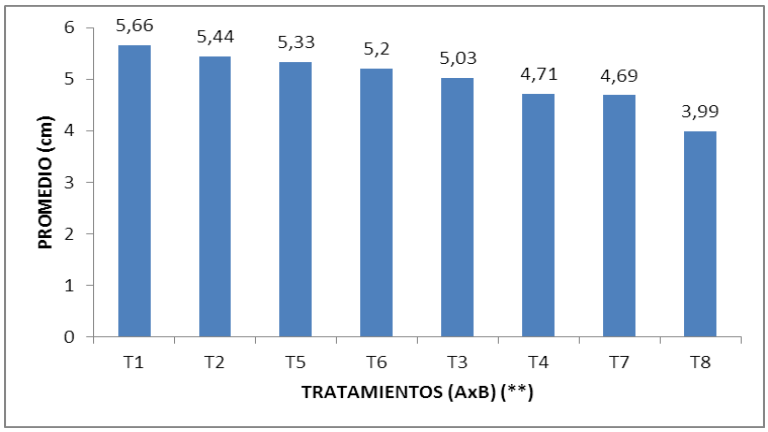


Gráfico No. 39. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del tallo por planta a los 90 días

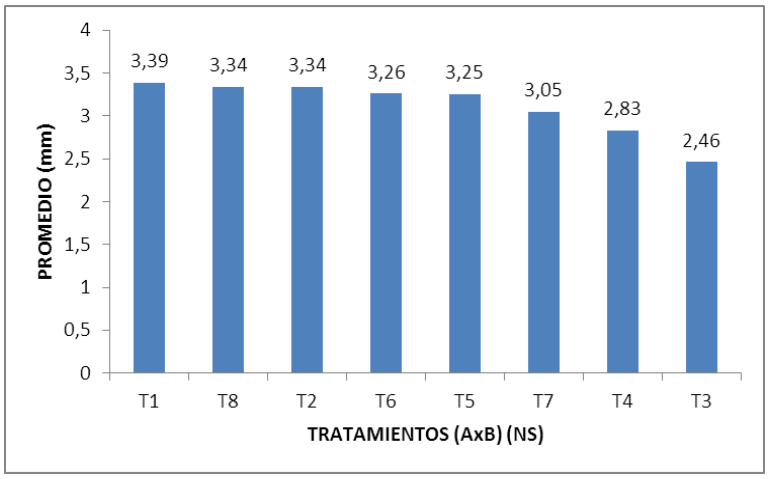


Gráfico No. 40. Tipos de hormonas en la variable número de entrenudos por planta a los 90 días

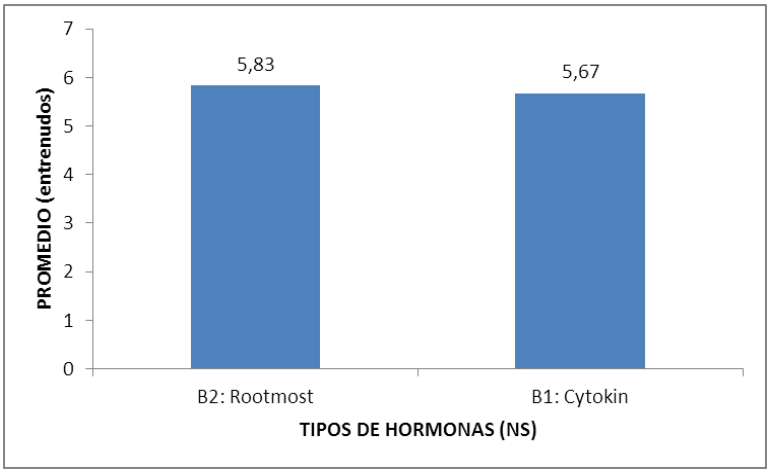


Gráfico No. 41. Tipos de hormonas en la variable longitud de entrenudos por planta a los 90 días

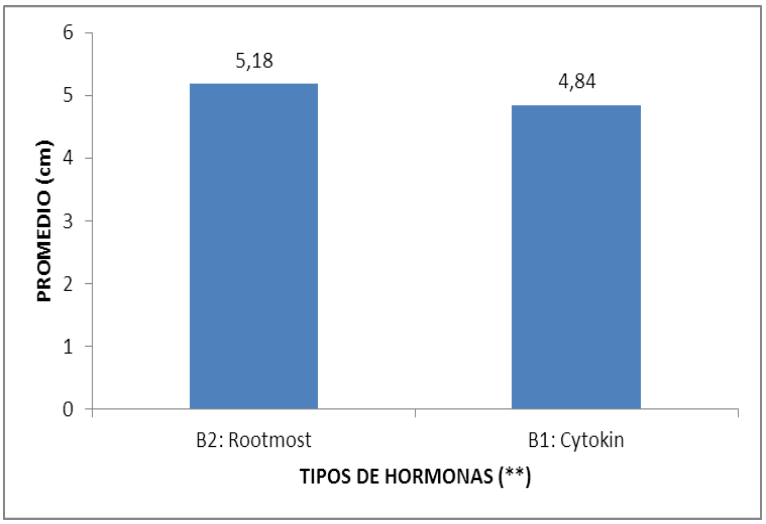
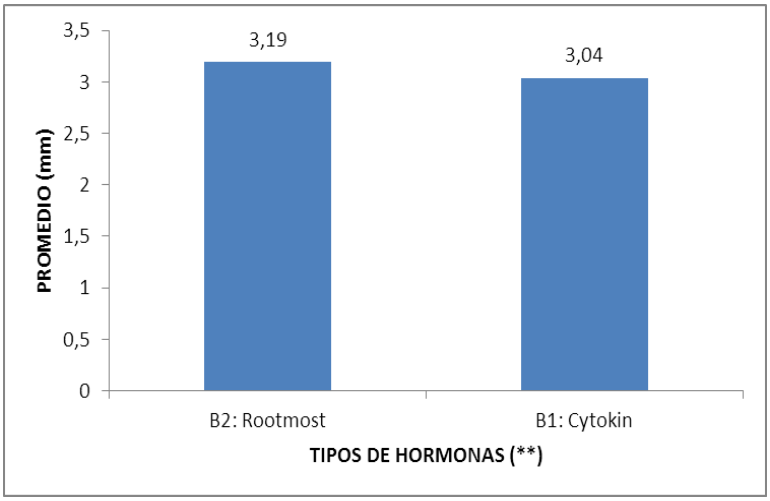


Gráfico No. 42. Tipos de hormonas en la variable diámetro del tallo por planta a los 90 días.



- FACTOR A: TIPOS DE SUSTRATOS.

Se determinaron diferencias estadísticas altamente significativas (**) cono respuesta de los sustratos en las variables LEN en cm y DT en mm evaluados a los 90 días; no así para la variable NEN (Cuadro No. 13).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente el promedio más alto en las variables NEN; LEN en cm y DT en mm, se registró en el A_1: Tierra de Guabo con 6,17 (6 entrenudos); 5,55 cm de LEN y 3,37 mm de DT. Mientras que los valores promedios más bajos, se evaluaron en el sustrato A_4: Tierra del Lugar con 5,33 (5 entrenudos); 3,34 cm de LEN y 2,64 mm de DT (Cuadro No. 13 y Gráficos No. 34, 35 y 36).

En el sustrato Tierra del lugar se reporta los promedios más bajos, quizá porque este sustrato presentó un contenido medio para N con 31 ppm y MO con el 4,4%; siendo estos valores los más bajos en comparación a los demás sustratos.

Las variables NEN; LEN y DT, son características varietales y dependen de su interacción genotipo – ambiente. En estas variables influyen factores bioclimáticos (temperatura, humedad del sustrato, humedad relativa, cantidad y calidad de luz solar, viento, evapotranspiración, etc.) y edáficos (textura, estructura, porosidad, densidad aparente, pH, macro y micro nutriente capacidad de intercambio catiónico, etc.).

- FACTOR B: TIPOS DE HORMONAS.

La respuesta de los tipos de hormonas en relación a las variables LEN en cm y DT en mm a los 90 días fue muy diferente (**), en tanto que para el NEN fue similar (NS) (Cuadro No. 15).

Con el análisis de efecto principal en promedio general con la hormona Rootmost se tuvo 0,34 cm más de LEN y 0,15 mm más de DT a los 90 días en comparación a la hormona Cytokin (Cuadro No. 15 y Gráficos No. 40, 41 y 42).

En la práctica lo que el viverista necesita es disponer de plantas en menor tiempo y de buena calidad, lo que le permitirá mejorar su productividad.

- TRATAMIENTOS: TIPO DE SUSTRATOS POR HORMONAS (AxB).

La respuesta de los tipos de sustratos en relación a las variables LEN en cm y DT en mm, dependió significativamente de los tipos de hormonas; es decir existió una interacción significativa entre estos dos factores.

Con la prueba de Tukey al 5%, el mayor número de entrenudos a los 90 días se presentó en el T_5: A_3B_1 (Cáscara de Cacao + Hormona Cytokin) con 6,33 entrenudos por planta. Sin embargo los valores promedios más altos en las variables LEN en cm y DT en mm en forma consistente, se evaluó en la combinación Tierra de Guabo + Hormona Cytokin (T_1) con 5,66 cm de LEN y 3,39 mm de DT.

Los valores más bajos del NEN y DT en cm se registró en el T_3: A_2B_1 (Humus de Lombriz + Hormona Cytokin) con 5,33 (5 entrenudos) y 2,46 mm de DT (Cuadro No. 14 y Gráficos No. 37, 38 y 39).

Estas diferencias pudieron darse como se infirió anteriormente por las características físicas, químicas y biológicas de los sustratos y la eficiencia de la hormona Cytokin. Es evidente que el humus de lombriz, no es eficiente en cuanto a la retener la humedad y facilita el lavado de los nutrientes.

6. Volumen de raíz en cm^3 (VR) y longitud de raíz en cm (LR) a los 90 días.

Cuadro No. 16. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de sustratos (A) en las variables VR en cm^3 y LR en cm a los 90 días. Echeandía. 2011.

VR en cm^3 (**)			LR en cm (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
A_3: Cáscara de Cacao	5,26	A	A_3	33,23	A
A_1: Tierra de Guabo	3,86	AB	A_4	32,27	A
A_2: Humus de Lombriz	2,46	B	A_1	29,58	B
A_4: Tierra del Lugar	2,03	B	A_2	29,29	B
CV = 2,71%			CV= 8,38%		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferente al 5%

Cuadro No. 17. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedio de tratamientos (AxB) en las variables VR en cm^3 y LR en cm a los 90 días. Echeandía. 2011.

VR en cm^3 (**)			LR en cm (**)		
Tratamiento	Promedio	Rango	Tratamiento	Promedio	Rango
T_5: A_3B_1	6,10	A	T_5: A_3B_1	34,61	A
T_6: A_3B_2	4,58	AB	T_7: A_4B_1	33,91	A
T_1: A_1B_1	4,42	AB	T_6: A_3B_2	32,56	AB
T_2: A_1B_2	3,13	AB	T_3: A_2B_1	31,04	AB
T_3: A_2B_1	2,98	AB	T_1: A_1B_1	30,83	AB
T_7: A_4B_1	2,45	B	T_8: A_4B_2	29,92	AB
T_4: A_2B_2	1,93	B	T_2: A_1B_2	28,33	B
T_8: A_4B_2	1,60	B	T_4: A_2B_2	27,54	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Cuadro No. 18. Resultados del análisis de efecto principal de tipo de hormonas en las variables VR en cm^3 y LR en cm a los 90 días. Echeandía. 2011.

VR en cm^3 (**)		LR cm 90 DÍAS (**)
Tipos de Hormonas	Promedio	Promedio
B_1: Cytokin	3,61	32,60
B_2: Rootmost	3,19	29,59
Efecto principal $B_1 - B_2$	0,42 cm^3	3,01cm

Gráfico No. 43. Tipos de sustratos en la variable volumen de raíz por planta a los 90 días.

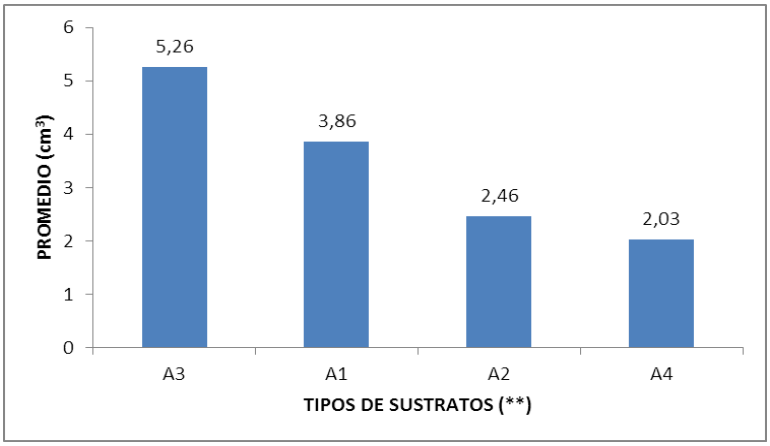


Gráfico No. 44. Tipos de sustratos en la variable longitud de raíz por planta a los 90 días.

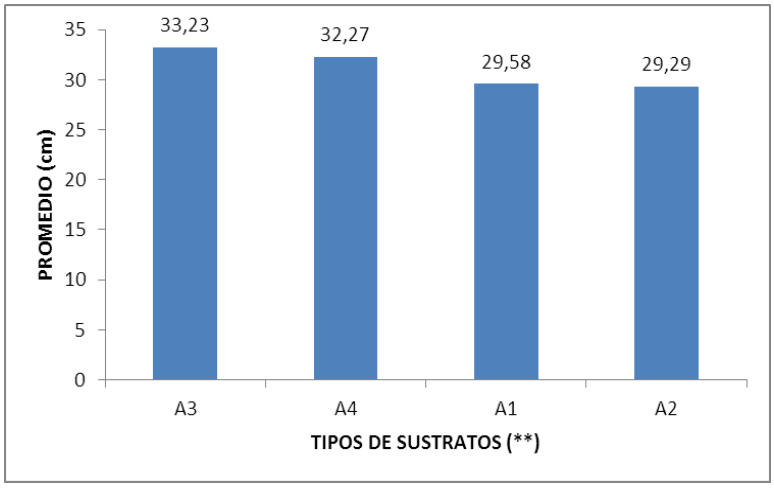


Gráfico No. 45. Interacción de factores (AxB) en la variable volumen de raíz por planta a los 90 días.

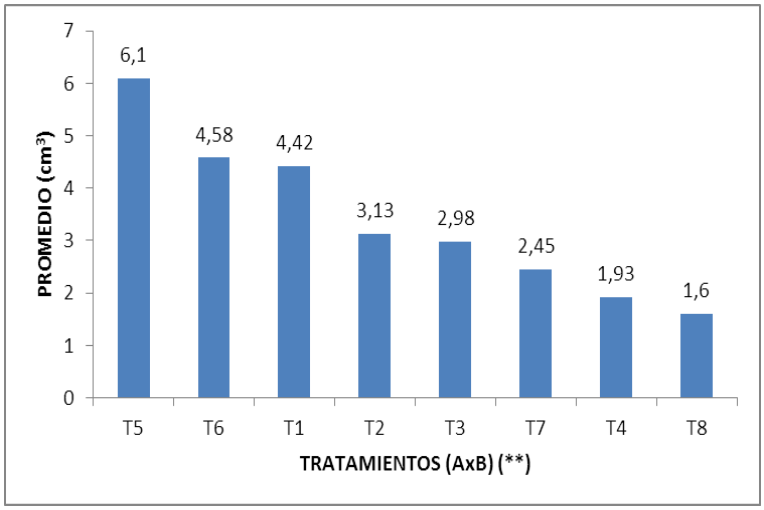


Gráfico No. 46. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de raíz por planta a los 90 días.

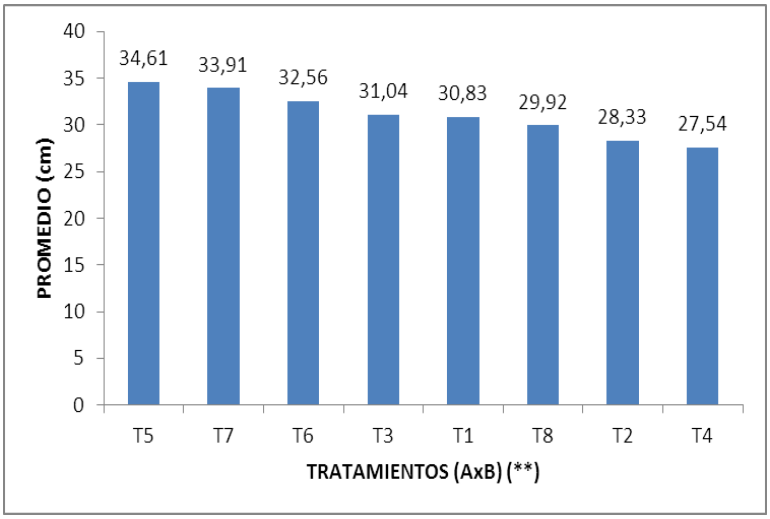


Gráfico No. 47. Tipo de hormonas en la variable volumen de raíz por planta a los 90 días.

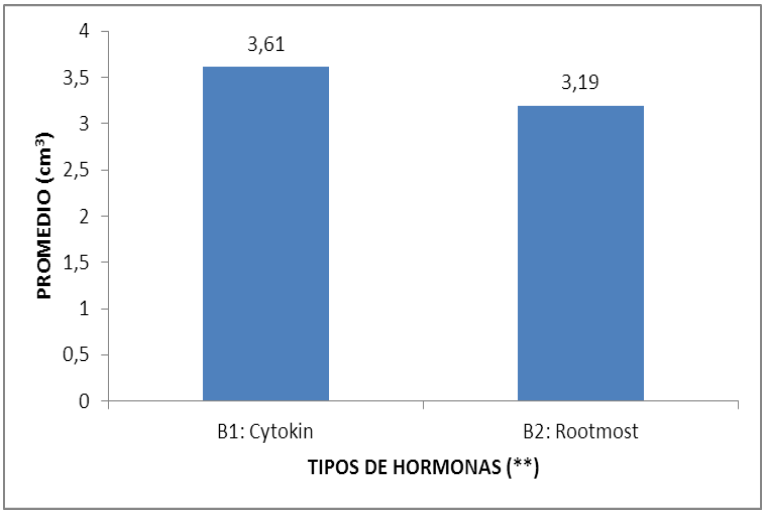
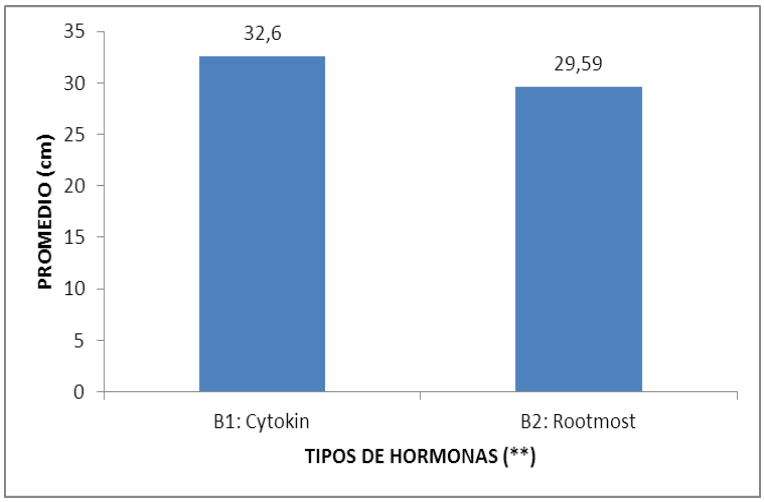


Gráfico No. 48. Tipo de hormonas en la variable longitud de raíz por planta a los 90 días.



- FACTOR A: TIPOS DE SUSTRATOS.

La respuesta de los tipos de sustratos, en relación a las variables VR en cm^3 y LR en cm evaluada a los 90 días, fue muy diferente (Cuadro No. 16).

Con la prueba de Tukey al 5%, el mayor volumen y longitud de la raíz de guadúa a los 90 días se evaluó en el sustrato a base de cáscara de Cacao (A_3) con 5,26 cm^3 de VR y 32,23 cm de LR.

El menor volumen de raíz de guadúa, se evaluó en el sustrato Tierra del lugar (A_4) con 2,03 cm^3, y una menor longitud se registró en el sustrato Humus de lombriz (A_2) con 29,29 cm (Cuadro No. 16 y Gráficos No. 43 y 44).

El mayor VR y LR se dio en el sustrato cáscara de cacao y tierra de guabo por las características físicas y químicas del sustrato, favoreciendo un mayor crecimiento del sistema radicular, tanto en longitud como en volumen.

- FACTOR B: TIPOS DE HORMONAS.

Se determinó una diferencia altamente significativa como efecto de las hormonas en las variables VR en cm^3 y LR en cm de caña guadúa evaluadas a los 90 días (Cuadro No. 18).

Con el análisis de efecto principal la hormona Cytokin presentó 0,43 cm^3 más de VR y 3,01 cm de LR en relación a Rootmost que registró 3,19 cm^3 y 29,59 cm respectivamente (Cuadro No. 18 y Gráficos No. 47 y 48).

Se evidencia la efectividad de la hormona Cytokin, ya que las citoquininas se sintetizan en los meritemos apicales de las raíces, estimulan la formación y el desarrollo de las raíz de plantas y estacas, lo que asegura un mejor potencial productivo (http://www.abcagro.com.html).

- TRATAMIENTOS: TIPO DE SUSTRATOS POR HORMONAS (AxB).

Se determinó una dependencia de factores altamente significativa, en las variables VR en cm^3 y LR en cm a los 90 días; es decir la respuesta de los tipos de sustratos dependió de los tipos de hormonas (Cuadro No. 17).

Con la prueba de Tukey al 5%, el mayor volumen y longitud de la raíz de guadúa se tuvo en la combinación Cáscara de Cacao + Hormona Cytokin (T_5) con 6,10 cm^3 de VR y 34,61 cm de LR.

El volumen de raíz más bajo se registró en la interacción Tierra del Lugar + Hormona Rootmost con 1,60 cm^3, mientras que raíces más cortas se dio en el tratamiento T_4: A_2B_2 (Humus de Lombriz + Hormona Rootmost) con 27,54 cm (Cuadro No. 17 y Gráficos No. 45 y 46).

Estos resultados nos permiten inferir que la efectividad del sustrato a base de Cáscara de cacao y la hormona Cytokin para el uso en la propagación asexual de caña guadúa en vivero, es una alternativa tecnológica válida

Otros factores que inciden en la variable volumen y longitud de raíz, son las características físicas y químicas de los sustratos, sanidad y nutrición de las plantas, temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, etc.

El volumen y la longitud del sistema radicular es muy importante para una mejor productividad de las plantas, ya que tiene una relación directa con la producción de follaje, lo que influye en una mayor tasa de fotosíntesis y por ende en el desarrollo y crecimiento de la planta. Un sistema radicular bien desarrollado permite un mejor aprovechamiento del agua, de nutrientes, conservación del suelo y entre otros (http://www.ecuaquimica.com.ec.html).

7. Coeficiente de variación (CV%)

El coeficiente de variación, se expresa en porcentaje y nos indica la variabilidad que existe entre las observaciones evaluadas.

James, B. citado por Monar, C. 2000, indica que el valor del coeficiente de variación en variables que están bajo el control del investigador, no debe pasar del 20%; sin embargo en variables que se escapan del control del investigador y dependen fuertemente del medio ambiente como la incidencia del viento, se aceptan valores del CV mayores al 20%.

En esta investigación se calcularon valores CV muy inferiores al 20%, lo que significa que las inferencias, conclusiones y recomendaciones son válidas para esta zona agro ecológica en la propagación asexual de caña guadúa en vivero.

8. Análisis de correlación y regresión lineal

Cuadro No. 18. Análisis de correlación y regresión de las variables independientes (Xs) que tuvieron una estrechez significativa con el porcentaje de sobre vivencia de plantas en la propagación asexual de caña guadúa a los 90 días.

Variables independientes (Xs)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de Determinación (R^2 %)
Porcentaje de prendimiento a los 30 días	0,612 **	62,189 **	37
Porcentaje de prendimiento a los 60 días	0,634 **	55,882 **	40
Altura del brote a los 60 días	0,441 *	40,353 *	20
Altura del brote a los 90 días	0,623 **	34,750 **	39
Diámetro del tallo a los 90 días	0,479 *	4,6552 *	30
Volumen de raíz a los 90 días	0,480 *	1,0439 *	23

* = significativo al 5%

** = Altamente significativa 1%

- Coeficiente de correlación (r)

  El "r" es un estadístico que mide la relación o estrechez positiva o negativa entre dos variables; no tiene unidades y su valores máximos es +/- 1. (Monar, C. 2005).

  En esta investigación las variables que tuvieron una correlación significativa positiva con el porcentaje de sobrevivencia de plantas de caña guadúa fueron: porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 y 60 días, altura del brote a los 60 y 90 días, diámetro del tallo a los 90 días y volumen de raíz a los 90 días (Cuadro No. 18).

- Coeficiente de regresión (b)

  El “b” en su concepto más simple es el incremento o disminución del valor de la variable dependiente por cada cambio único de la (s) variable (s) independiente (s) (Monar, C. 2005)

  Las variables independientes que contribuyeron a un valor más alto del porcentaje de sobre vivencia de plantas de caña guadúa a los 90 días, fueron el porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 y 60 días, altura del brote a los 60 y 90 días, diámetro del tallo a los 90 días y volumen de raíz a los 90 días; es decir valores más altos de estas variables independientes significó un valor promedio más elevado del porcentaje de sobrevivencia (Cuadro No. 18).

  Es decir plantas más vigorosas, con un buen sistema radicular y área foliar, mayor sobrevivencia.

- Coeficiente de determinación (R^2 %)

  El R^2 %, nos indica en qué porcentaje se incrementa o disminuye el valor de la variable dependiente por cada cambio único de la (s) variable (s) independiente (s). (Monar, C. 2005)

  De acuerdo con los resultados obtenidos, la variable independiente más importante que contribuyó en un 40% de porcentaje de sobrevivencia de plantas fue el porcentaje de prendimiento de plantas a los 60 días (Cuadro No. 18).

9. Análisis económico

Se utilizó la metodología de Perrin, et, al. 1986, para realizar el Análisis Económico de presupuesto parcial (AEPP).

El AEPP, toma en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento. En este ensayo los costos que varían corresponden a los sustratos y hormonas; según el siguiente detalle:

Cuadro No. 19. Costo de materiales e insumos que varían en cada tratamiento.

Sustratos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario $	Valor Parcial $
A_1: Tierra de Guabo	Kg	144	0,10	14,00
A_2: Humus de Lombriz	Kg	144	0,12	17,28
A_3: Cáscara de Cacao	Kg	144	0,08	11,52
A_4: Tierra del Lugar	Kg	144	0,07	10,08
HORMONAS				
B_1: Cytokin	cc	100	0.08	8,00
B_2: Rootmost	cc	100	0.10	10,00
Precio promedio de venta de una planta de caña guadúa fue $. 1,0. Echeandía. 2012				

9.1. Análisis económico de presupuesto parcial (AEPP)

Cuadro No. 20. Análisis económico de presupuesto parcial.

Concepto	TRATAMIENTOS							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
No. de plantas a los 90 días	65	64	60	59	64	63	62	60
Ingreso Bruto $.	65,0	64,0	60,0	59,0	64,0	63,0	62,0	60,0
Costos que varían $:								
Sustratos	14,00	14,00	17,28	15,28	11,52	11,52	10,08	10,08
Hormonas	8,00	10,0	8,00	10,0	8,00	10,0	8,00	10,0
Total costos que varían $.	22,0	24,0	25,28	25,28	19,52	21,52	18,08	20,08
Total beneficios neto $.	43,0	40,0	34,72	33,72	44,48	41,48	43,92	39,92

9.2. Análisis de dominancia

Cuadro No. 21. Análisis de dominancia.

TRATAMIENTO No.	TOTAL COSTO QUE VARIAN $.	TOTAL BENEFICIOS NETOS $.
T_7: A_4B_1	18,02	43,92 √
T_5: A_3B_1	19,52	44,48 √
T_8: A_4B_2	20,08	39,92 D
T_6: A_3B_2	21,52	41,48 D
T_1: A_1B_1	22,00	43,00 D
T_2: A_1B_2	24,00	40,00 D
T_4: A_2B_2	25,28	33,72 D
T_3: A_2B_1	25,28	34,72 D

D = Tratamientos dominados.

9.3. Calculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR%)

Cuadro No. 22. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno.

TRATAMIENTO No.	TOTAL COSTO QUE VARIAN $.	TOTAL BENEFICIOS NETOS $.	TMR%
T_7: A_4B_1	18,02	43,92	
			37
T_5: A_3B_1	19,52	44,48	

La TMR, se calculó mediante la siguiente fórmula

$$TMR = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} \times 100;\ \text{donde:}$$

TMR = Tasa Marginal de Retorno (%)

ΔBN = Incremento en beneficios netos ($)

ΔCV = Incremento en costos que varían ($). (Perrin, et, al. 1986)

- Análisis económico de presupuesto parcial (AEPP)

  Con el AEPP, el mejor beneficio neto se evaluó en el tratamiento T_5: A_3B_1 (Cáscara de cacao con la hormona Cytokin) con $. 44,48, seguido muy cerca del T_7: A_4B_1 (Tierra del lugar con la hormona Cytokin) con $. 43,92. (Cuadro No. 20).

- Análisis de dominancia

  Los tratamientos T_8: A_4B_2; T_6: A_3B_2; T_1: A_1B_1; T_2: A_1B_2; T_4: A_2B_2 y T_3: A_2B_1; fueron dominados porque se incrementaron los costos que varían en cada tratamiento y disminuyó los ingresos netos (Cuadro No. 21).

- Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR %)

  Con el tratamiento T_5: A_3B_1 (Cáscara de cacao con la hormona Cytokin); se calculó un valor de la TMR de 37%, esto quiere decir que el viverista tomando en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento, tiene una ganancia de 37 centavos por cada unidad de inversión. (Cuadro No. 22).

  El valor de la TMR, es muy superior a la tasa de inflación, siendo rentable la propagación de plantas de guadúa.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Una vez realizado los diferentes análisis agronómicos, estadísticos y económicos se sintetizan las siguientes conclusiones:

- El sustrato con el porcentaje de sobrevivencia de guadúa más alto a los 90 días fue el A_1: Tierra de Guabo con el 89,67%.

- La hormona con el mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas de guadúa a los 90 días fue Cytokin con un 79,17%.

- En la interacción de factores AxB, el porcentaje de sobrevivencia más alto de plantas se evaluó en el T_1: A_1B_1 (Tierra de guabo con la hormona Cytokin) con el 90,33%.

- Las variables independientes que contribuyeron a obtener un mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días fueron: porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 y 60 días, altura del brote a los 60 y 90 días, diámetro del tallo a los 90 días y volumen de raíz a los 90 días.

- Económicamente el tratamiento con el beneficio neto más alto fue el T_5: A_3B_1 (Cáscara de cacao con la hormona Cytokin) con $. 44,48 y un valor de TMR del 37%.

- Finalmente este estudio contribuyó a mejorar la propagación asexual de caña guadúa, disponiendo de plantas de buena calidad, bien desarrollada y en menor tiempo, con 60 días menos en relación al a propagación convencional, lo que hace más competitivo la actividad del viverista.

5.2. Recomendaciones

En función de las principales conclusiones obtenidas en esta investigación se recomienda:

- Debido a las buenas características físicas y químicas de los sustratos cáscara de cacao y tierra de guabo, utilizar como sustratos para la propagación asexual de caña guadúa.

- Para la propagación asexual de plantas de caña guadúa, realizar una selección de plantas progenitoras, estas deben tener tres años, utilizar las ramas primarías, las estacas deben tener una longitud de 11 cm, con un diámetro de 0,2 cm, con una yema principal y primardios activos.

- La Universidad Estatal de Bolívar a través de la Escuela de Ingeniería Agroforestal, realizar la propagación asexual de plantas caña de guadúa, en consideración que es una actividad rentable y además por su contribución a la conservación de los recursos naturales como el agua, el suelo y la biodiversidad que se presenta en los guaduales.

- Para emprender con la propagación asexual de caña guadúa, utilizar como sustrato 2 Kg de tierra de guabo por funda de polietileno de 6 x 10, sometiendo a inmersión por diez minutos la estaca en una solución de 2 cc de Cytokin/litro de agua, controlar malezas manualmente, para el control de plagas usar Permacet CE en una dosis de 1,5 cc/litro de agua, dar riego de acuerdo con las condiciones climáticas, las plántulas pasaran un periodo de 90 días en el vivero, tiempo necesario para que esté lista para ser plantada en el sitio definitivo.

VI. RESUMEN Y SUMMARY

6.1 Resumen.

En el mundo, se empieza a mirar a la caña guadúa como una alternativa ecológica, ya que su uso en varios procesos productivos reduciría el impacto sobre los bosques nativos, porque la guadúa puede ser un sustituto de la madera.

Esta investigación se realizó en la ciudadela El Mirador, cantón Echeandía, provincia Bolívar, a una altitud de 600 msnm. Los objetivos planteados en este trabajo investigativo fueron: i) Evaluar el efecto de cuatro sustratos y dos fitohormonas en la propagación asexual de plantas de guadúa en vivero. ii) Determinar el efecto de cuatro tipos de sustratos orgánicos sobre el prendimiento de plantas de guadúa en vivero. iii) Medir la respuesta de dos tipos de hormonas en la propagación asexual de plantas de guadúa en vivero y su efecto en los componentes de prendimiento y sobrevivencia de plantas. iv) Realizar un análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno (TMR %). Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 4x2. Factor A correspondió a cuatro tipos de sustratos: A_1: Tierra de Guabo, A_2: Humus de Lombriz, A_3: Cáscara de Cacao y A_4: Tierra del Lugar. El Factor B fueron dos tipos de hormonas B_1: Cytokin y B_2: Rootmost. Se tuvieron ocho tratamientos con tres repeticiones. Se realizaron análisis de varianza, efecto principal para tipos de hormonas, prueba de Tukey para factor A: Tipos de sustratos e interacciones AxB. Análisis de correlación y económico de presupuesto parcial y cálculo de la TMR%. Los resultados más relevantes fueron: El sustrato con el porcentaje de sobrevivencia de guadúa más alto a los 90 días fue el A_1: Tierra de Guabo con el 89,67%. La hormona con el mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas de guadúa a los 90 días fue Cytokin con un 79,17%.

En la interacción de factores AxB, el porcentaje de sobrevivencia más alto de plantas se evaluó en el T_1: A_1B_1 (Tierra de guabo con la hormona Cytokin) con el 90,33%. Las variables independientes que contribuyeron a obtener un mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días fueron: porcentaje de prendimiento de plantas a los 30 y 60 días, altura del brote a los 60 y 90 días,

diámetro del tallo a los 90 días y volumen de raíz a los 90 días. Económicamente el tratamiento con el beneficio neto más alto fue el T_5: A_3B_1 (Cáscara de cacao con la hormona Cytokin) con $. 44,48 y un valor de TMR del 37%. Finalmente este estudio contribuyó a mejorar la propagación asexual de caña guadúa, disponiendo de plantas de buena calidad, bien desarrollada y en menor tiempo, con 60 días menos en relación al a propagación convencional, lo que hace más competitivo la actividad del viverista.

6.2. Summary

In the world, you begin to look to the cane guadúa like an ecological alternative, since its use in several productive processes would reduce the impact on the native forests, because the guadúa can be a substitute of the wood.

This investigation was carried in the Mirador, Echeandía city, Bolívar state, to an altitude of 600 mls. The objectives outlined in this investigative work were: i) Evaluate the effect of four bases and two fitohormonas in the asexual propagation of guadúa plants in nursery. ii) Determine the effect of four types of organic bases on the apprehension of guadúa plants in nursery. iii) Measure the answer of two types of hormones in the asexual propagation of guadúa plants in nursery and their effect in the apprehension components and survival of plants. iv) Carry out a budget economic analysis partially and Marginal Rate of Return (TMR%). A design of Complete Blocks was used at random (DBCA) in factorial arrangement 4x2. Factor A corresponded to four types of bases: A_1: Earth of Guabo, A_2: Humus of Worm, A_3: Shell of Cocoa and A_4: Earth of the Place. The Factor B was two types of hormones B_1: Cytokin and B_2: Rootmost. Eight treatments were had with three repetitions. They were carried out variance analysis, main effect for types of hormones, test of Tukey for factor A, Types of bases and interactions AxB. Correlation analysis and economic of budget partially and calculation of the TMR%. The more important results were: The basis with the percentage of survival of higher guadúa to the 90 days was the A_1: Earth of Guabo with 89,67%. The hormone with the biggest percentage of survival of guadúa plants to the 90 days was Cytokin with 79,17%. In the interaction of factors AxB, the highest percentage of survival in plants was evaluated in the T_1: A_1B_1 (Guabo Earth with the hormone Cytokin) with 90,33%. The independent variables that contributed to obtain a bigger percentage of survival of plants to the 90 days were: percentage of apprehension of plants to the 30 and 60 days, height of the bud to the 60 and 90 days, diameter of the shaft to the 90 days and root volume to the 90 days. Economically the treatment with the highest net profit was the T_5: A_3B_1 (Shell of cocoa with the hormone Cytokin) with $. 44,48 and a value of TMR of 37%. Finally this study contributed to improve the asexual propagation of cane guadúa,

having plants of good quality, very developed and in smaller time, with 60 days less in relation to the one to conventional propagation, that makes more competitive the activity of the viverista

.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ansorena, J. 1994. Sustratos propiedad y caracterización. Madrid y Mundi Prensa. P. 30.

2. Biblioteca de consulta microsoft ® encarta. ® 2009. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

3. Buikman, H. y Brady, N. 1985. Naturaleza y Propiedad de los Suelos. Bogota-Colombia. P. 110.

4. Calderón, E. 1990. Manual de Fruticultor. 2da. Edición. México. Editorial Limusa. P. 150.

5. Camacho, V. y Páez, H. 2002. Estudio de conexiones en guadua solicitada a momento flector. Trabajo de Grado. Ingeniería Civil y Agrícola. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Pp. 145

6. Castrillón, B. y Malaver, D. 2004. Procedimiento de ensayos para la determinación de las propiedades físico mecánicas de la guadua. Trabajo de Grado Ingeniería Civil y Agrícola. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. P. 127.

7. Canovas, F.; Magna, J.; Boukhalfa, A. 1993. Cultivos sin suelo. Hidroponía. En Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos del Sureste español. Ed. Instituto de la Caja Rural de Almería. P. 47.

8. CORPEI, 2008. Bambú Caña Brava, Expansión de la Oferta Exportable del Ecuador.

9. De la Peña, G e Ilse, C. 2001. Los productos forestales no maderables: su potencial económico, social y de conservación. Ecológica. Bogotá, D.C., Colombia. P. 148.

10. Escobar, A.; Zuluaga, P.; Osorio, M. 2002. Manual: técnicas de propagación de especies vegetales leñosas promisorias para el Piedemonte de Caquetá. Programa Regional de Agroforesteria. Corpoica, Ministerio de Agricultura. P. 28.

11. Espin, V. y Lara, V. 2006. Evaluación de Cuatro Sustratos y Dos Hormonas en el Prendimiento de Estacas de Teca (***Tectonia grandis***,) en el Cantón Echeandía Provincia Bolívar. Tesis de Grado de Ingeniero Agroforestal. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda-Ecuador. P. 129.

12. Fernández, M.; Aguilar, M.; Carrique J.; Tortosa, J.; García, C.; López, M.; Pérez, J. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla. P. 125.

13. Gispert, C. 1983. Biblioteca de la Agricultura 2da. edición. España. Océano. P. 722.

14. González, C. y Díaz, A. 1992. Propiedades físicas y mecánicas de la guadua (guadua angustifolia Kunth). Trabajo de Grado Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellin. P. 174.

15. Henao, F. 1998. Vademécum Agrícola Edifarm Quito – Ecuador. P. 247

16. Holdridge, L. 1979. Curso de Ecología Vegetal. Instituto Inter. Americano de Ciencias Agrícolas. Ministerio de Agricultura. San José de Costa Rica. P. 189.

17. INIAP. 1993. Manual del cultivo del Cacao 2da. Edición. Manual N°. 25 Estación Experimental Pichilingue, Quevedo. P. 29.

18. Jolín, D. y Torquebiua, E. 1992. Estacas largas un salto para empezar a plantar árboles. Agroforestry today. P. 16.

19. López, L. y Trujillo, D. 2002. Diseño de uniones y elementos en estructuras de guadua. Seminario taller. Avances en investigación sobre guadua. Pereira, Colombia. Pp. 37.

20. Llurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. Revista Horticultura Nº 125 - Diciembre 1997. P. 27.

21. Mainardi, F. 1980. El Huerto y el Jardín en su paso. Barcelona de Vicchi. P. 283.

22. Malaver, D. 2007. Estabilidad de pórticos de guadua angustifolia arriostrados con cables. Trabajo de grado de Especialización. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia. P. 157

23. Maroto, J. 1990. Elementos de Horticultura General. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. P. 174.

24. Martínez, E; García, M. 2006. Cultivos sin suelo: hortalizas en clima mediterráneo. Ed Horticultura. Madrid. P. 217.

25. Monar, C. 2005. Informe Anual. UVTT/C-B. INIAP. Guaranda, Ecuador. P. 32.

26. Moreno, L.; Osorio, L. y Trujillo, E. 2006. Estudio de las propiedades mecánicas de haces de fibra de guadua angustifolia. Ingeniería y desarrollo. México DF. P. 133.

27. Moreno, L. Trujillo, E. Osorio, L. 2007. Estudio de las características físicas de haces de fibra de guadua angustifolia. Scientia et technica año XIII. México DF. P. 617.

28. Nieto, A. 2002. El uso de la compost como alternativa ecológica para la producción sostenible de Chile (Capsicum annum L.) en zonas áridas (En línea) México Consultado el 26 de Agosto del 2006.Disponible en http:/www: interciencia, org/v2708/nieto.pdf.

29. Pastor, J. 1999. Utilización de sustratos en viveros. P. 235.

30. Rainbow, A. y Wilson, N. 1998. The transformation of composted organic residues into. P. 97.

31. Restrepo, J. 2000. Agricultura orgánica. Una teoría y una práctica. Bogotá – Colombia. P. 554.

32. Sade, A. 1997. Cultivos bajo condiciones forsadas. Nociones generales. Ed. Hazera España 90, S.A. Tel Aviv. Israel. P. 128.

33. Terres, V.; Artetxe, A.; Beunza, A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura Nº 125. P. 47.

34. Tellez, V. 2003. Los abonos agroecológicos. Que son los abonos orgánicos. Bogota-Colombia. P. 190.

35. Urrestarazu, M. 1997. Manual De Cultivo Sin Suelo. Ed. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería. Almería. P. 173.

36. Vademécum Agrícola. Edifarm. 2009. Quito – Ecuador. P. 750.

37. Vásquez, C.; Orozco, A.; Rojas, M.; Sánchez, E.; Cervantes, V. 1997. La reproducción de plantas: semillas y meristemos. Fondo de Cultura Económica, México. P. 167.

38. Zobel, B.; Talbert, J. 1994. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. North Carolina State University, USA. P. 545.

39. http://www.abcagro.com.html.

40. http://www.guadúa.biz.hmtl.

41. http://www.infoagro.com.html.

42. http://www.monografias.com/trabajos11/semeruco/semeruco.html.

43. http://www.neotropico.com.html.

44. http://www.sica.gov.ec/gronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/agricultura/importancia_propagacion.httml.

45. http://ag.arizona.edu/OALS/ICBG/mexico/propagacion.html.

46. http://www.ecuaquimica.com.ec.html.

47. http://www.bambooftheamericas.org.html.

48. http://www.ecobambu.com.html.

49. http://www. bambuguaduapremier.com.html.

50. http://www.lagranja.com./suelo-organico.htm-17k.html.

51. http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html.

52. http://www.lanetaapcorg.biodiversidad.documentos.agroquin#siete.html.

53. http://www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/abonado_cultivos.html.

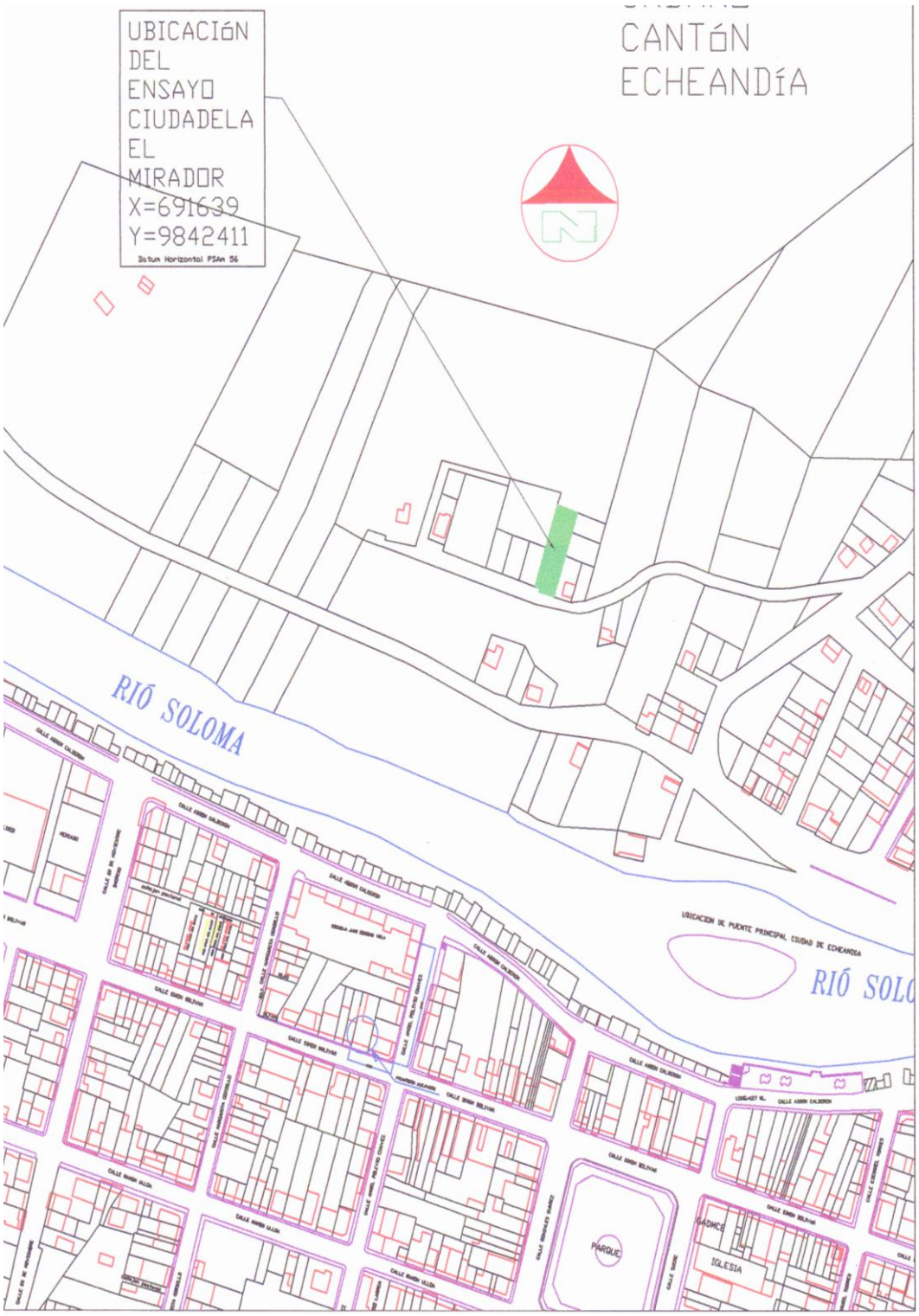
54. http://www.ecuador.fedexpor.com/oferta.html**.**

55. http://www.monografias.com/trabajos11/semeruco/semeruco.html**.**

56. http://www.ecuabambu.org.html

ANEXOS

Anexo No. 1. Ubicación del lugar del ensayo



Anexo No. 2. Análisis de químicos de los sustratos

INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Andrade Darwin Sr.	**Nombre**	: El Mirador	**Cultivo Actual**	:
Dirección	:	**Provincia**	: Bolívar	**Nº Reporte**	: 002054
Ciudad	: Echeandia	**Cantón**	: Echenadia	**Fecha de Muestreo**	: 09/01/2012
Teléfono	:	**Parroquia**	:	**Fecha de Ingreso**	: 09/01/2012
Fax	:	**Ubicación**	:	**Fecha de Salida**	: 02/02/2012

Nº Muest.	Datos del Lote			ppm		meq/100ml			ppm					
Laborat.	Identificación	Area	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
61963	Suelo Humus		7,0 N	68 A	410 A	3,11 A	20 A	2,4 A	174 A	13,9 A	2,0 M	168 A	6,3 M	1,20 A
61964	Tierra del Lugar		6,0 MeAc	31 M	33 A	1,44 A	14 A	2,3 A	67 A	12,4 A	22,6 A	292 A	13,7 M	1,15 A
61965	Cáscara de cacao		7,4 PN	51 A	59 A	3,24 A	19 A	2,5 A	47 A	18,9 A	1,3 M	20 M	9,4 M	1,30 A
61966	Tierra de guabo		5,1 Ac RC	81 A	117 A	2,33 A	18 A	1,9 M	47 A	15,3 A	2,9 M	284 A	16,8 A	1,21 A

INST. NACIONAL AUTONOMO DE INV. AGRP. ESTACION EXP. TROP. PICHILINGUE INIAP LABORATORIO DE SUELOS Y TEJIDOS

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION					
pH					Elementos: de N a B
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal		B = Bajo
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino			M = Medio
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino			A = Alto

METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S	= Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica	B,S

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Andrade Darwin Sr.
Dirección :
Ciudad : Echeandia
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : El Mirador
Provincia : Bolívar
Cantón : Echenadia
Parroquia :
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
N° de Reporte : 002054
Fecha de Muestreo : 09/01/2012
Fecha de Ingreso : 09/01/2012
Fecha de Salida : 02/02/2012

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			
Laborat.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
61963					23,9 A	8,3	0,77	7,20	25,51			72	22	6	Franco-Arenoso
61964					4,4 M	6,0	1,60	11,32	17,74			50	32	18	Franco
61965					31,5 A	7,6	0,77	6,64	24,74			76	20	4	Franco-Arenoso
61966					22,4 A	9,4	0,82	8,54	22,23			64	32	4	Franco-Arenoso

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION

Al+H, Al y Na	C.E.	M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico		A = Alto

ABREVIATURAS

C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Welkley Blacl
Al+H = Titulación con NaOH

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo No. 3. Base de datos. Echeandía. 2011

1. Tratamientos	8. NBPP 60 días	15. NH 90 días
2. Repeticiones	9. NBPP 90 días	16. NEN 90 días
3. Factor A: Tipos de Sustratos	10. AB 30 días	17. LEN 90 días
4. Factor B: Tipos de Hormonas	11. AB 60 días	18. DT 90 días
5. Interacción AxB	12. AB 90 días	19. VR 90 días
6. PPP 30 días	13. NH 30 días	20. LR 90 días
7. PPP 60 días	14. NH 60 días	21. % de sobrevivencia

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
T1	R1	A1	B1	A1B1	78	81	3	3	21	40,75	53,75	6	11	13	7	5,83	3,27	3,5	29,5	91
T2	R1	A1	B2	A1B2	76	82	3	4	17	31,5	49,13	5	12	15	6	4,76	3,5	3,75	27,5	90
T3	R1	A2	B1	A2B1	71	75	2	3	14	27,13	28,63	6	15	16	5	4,12	2,13	6	30	85
T4	R1	A2	B2	A2B2	73	76	1	3	18	31,5	36,79	7	11	14	6	3,72	3,01	1,95	28,1	84
T5	R1	A3	B1	A3B1	79	83	3	4	25	39,25	52,63	6	15	18	6	5,4	3	3,5	39,2	92
T6	R1	A3	B2	A3B2	80	82	3	3	18	35,75	49,63	5	12	16	6	5,59	3,13	6	32	90
T7	R1	A4	B1	A4B1	70	73	2	3	21	34,5	40,75	7	11	12	5	5,17	2,94	1,75	30,2	86
T8	R1	A4	B2	A4B2	71	74	3	3	21	33	39,13	6	13	16	6	4,69	3,13	1,66	28	82
T1	R2	A1	B1	A1B1	75	83	4	5	17	34,13	49	8	16	18	5	5,62	3,22	5,5	31,5	87
T2	R2	A1	B2	A1B2	74	80	2	3	18	31,75	50,88	6	10	13	6	5,91	3,13	3,25	26	92
T3	R2	A2	B1	A2B1	74	78	1	3	18	27,5	34,25	4	10	11	5	5,09	2,48	1,5	32,1	81
T4	R2	A2	B2	A2B2	72	76	2	3	17	30,63	40,88	7	11	12	5	5,15	2,69	2	26,5	80
T5	R2	A3	B1	A3B1	80	85	3	4	20	37,38	46,38	7	13	18	6	3,94	3,13	5,25	32,5	88
T6	R2	A3	B2	A3B2	77	80	3	5	20	32,75	37,38	5	10	11	5	4,28	3,13	6,8	33,5	87
T7	R2	A4	B1	A4B1	72	76	3	3	19	19,75	34,5	5	12	14	5	3,43	3,32	2,85	38,1	90
T8	R2	A4	B2	A4B2	69	72	2	5	16	26,88	36,25	5	9	12	4	2,98	3,8	1,65	31,8	87
T1	R3	A1	B1	A1B1	77	84	2	3	19	33,88	43,5	6	11	13	6	5,53	3,69	4,75	31,5	89
T2	R3	A1	B2	A1B2	75	82	3	4	22	37,88	50,25	5	15	16	7	5,64	3,38	2,4	31,5	89
T3	R3	A2	B1	A2B1	70	76	2	3	25	38,13	46,63	6	14	15	6	5,87	2,76	1,45	31	83
T4	R3	A2	B2	A2B2	70	74	2	3	17	30,63	35,75	7	16	18	6	5,27	2,78	1,85	28	81
T5	R3	A3	B1	A3B1	74	82	4	5	29	37,63	53,5	6	15	18	6	6,64	3,63	4,5	30	85
T6	R3	A3	B2	A3B2	76	80	3	3	18	30,25	48,5	5	12	13	7	5,74	3,51	5,5	32,2	88
T7	R3	A4	B1	A4B1	67	74	3	4	24	19,75	45,25	7	11	15	6	5,46	2,88	2,75	35,5	86
T8	R3	A4	B2	A4B2	69	70	3	3	18	26,88	34,13	6	11	12	6	4,29	3,1	1,5	30	80

Anexo No. 4. Fotografías del seguimiento y evaluación de la investigación

4.1. Adecuación del sitio para establecer el ensayo



4.2. Construcción de umbráculo: Medidas de 6 m x 11,50 m, a una altura de 6 m



4.3. Compra de cáscara de cacao para elaboración de sustrato



4.4. Desinfección de sustratos



4.5. Llenado de fundas con el correspondiente sustrato



4.6. Distribución de unidades experimentales mediante la aplicación de un DBCA



4.7. Selección de plantas madres para la obtención de estacas



4.8. Obtención de estacas



4.9. Fitohormonas utilizadas en la investigación



4.10. Inmersión de estacas en la fitohormona



4.11. Plantación de estacas en las fundas



4.12. Muestras de sustratos para enviar a realizar análisis en el laboratorio de suelos



4.13. Aplicación de riego con regadera de flor fina



4.14. Evaluación de la altura de brote en cm a los 30 días



4.15. Visita del Tribunal de Tesis



4.16. Evaluación del número de hojas a los 60 días



4.17. Evaluación del Número de hijos a los 90 días



4.18. Evaluación del diámetro del tallo en mm a los 90 días



4.19. Capacitación a Técnicos y productores de la zona



4.20. Visita de autoridades de la Universidad al ensayo de investigación



4.21. Evaluación de la longitud de raíz en cm a los 90 días



4.22. Evaluación del volumen de raíz en cm^3 a los 90 días



Anexo No. 5. Glosario de Términos Técnicos

Adaptabilidad.- Capacidad de acomodación de un elemento en un sistema nuevo y extraño. Es el potencial para la adaptación.

Auxinas.- Compuesto que se encuentran en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo.

Biotipo.- Seres genéticamente iguales.

Biodiversidad.- Se define como la propiedad que presentan los seres vivos de ser variados en cada uno de los niveles jerárquicos de la organización natural biológica, desde las moléculas hasta los ecosistemas mayores.

Caimán.- Chusquín con un brote basal del rizoma de la guadúa.

Canutos.- Espacio de los nudos y entrenudo del tallo de guadúa.

Citoquininas.- Sustancias que se sintetizan en los meritemos apicales de las raíces, aunque también se producen en los tejidos embrionarios y en las frutas.

Culmo.- Parte vegetativa que emerge del suelo y lo hace como un tallo definitivo.

Espesuras.- Parte muy poblada por árboles y arbustos.

Chusquín.- Brotes de guadúa en forma de ramilla que sale del rizoma.

Guadúa.- Variedad de guadúa gigantesco y con púas, que sirve para la construcción de casas.

Hormona.- Sustancia química orgánica producida en cantidades pequeñísimas en una parte del organismo y transportada a otra parte del mismo organismo donde interviene en diversas funciones como el crecimiento.

Latencia.- Período de inactividad de las semillas (esporas, bulbos, yemas u otros órganos de la planta) durante el cual se ha detenido el crecimiento activo.

Ramas básales o Riendas Laterales.- Son aquellas que tienen crecimiento distinto a las ramas superiores o apicales, pues crecen paralelas al suelo y luego por su peso se entierran.

Reproducción asexual.- Propagación a partir de partes vegetativas como yemas, tallos, ramas y rizomas.

Riendas.- Ramas jóvenes de guadúa.

Rodales.- Extensas áreas cultivadas de guadúa.

Sustrato.- Material distinto al suelo que puede ser de diferente origen y sirve de asentamiento a una planta.

Substancias reguladoras del crecimiento.- Es más general y abarca a las substancias tanto de origen natural como sintetizado en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo ó desarrollo en la planta.

Umbráculo.- Sito cubierto con material propio de la zona.

Variabilidad o variación.- Propiedad o capacidad que tienen los organismos para cambiar sus características de generación en generación.