



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DE  
CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE BOSQUE  
SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL  
ZAPOTEPAMBA, PROVINCIA DE LOJA, ECUADOR”.**

**TESIS DE GRADO PREVIA A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:**

*Marco Vinicio González Valdiviezo*

**DIRECTOR:**

*Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.*

**CO-DIRECTORA:**

*Ing. Julia Esther Minchala Patiño*

*Loja - Ecuador*

*2017*

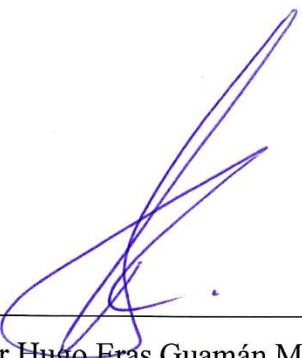
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**CERTIFICACIÓN**

En calidad de director de tesis titulada “**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE BOSQUE SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL ZAPOTEPAMBA, PROVINCIA DE LOJA, ECUADOR**”, de autoría del señor Marco Vinicio Gonzalez Valdiviezo egresado de la carrera de ingeniería forestal, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por tal razón autorizo su presentación y publicación.

Loja, 08 de agosto del 2017

Atentamente

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Víctor Hugo Erás Guamán Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**CERTIFICACIÓN**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE BOSQUE SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL ZAPOTEPAMBA, PROVINCIA DE LOJA, ECUADOR”.**

**TESIS DE GRADO**

Presentada al tribunal Calificador como requisito parcial para la obtención de título de:


**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADA:**




---

Ing. Napoleón López Tandazo M. Sc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR**



---

Ing. Wilman Aldeán Guamán M. Sc.  
**VOCAL**



---

Ing. Marjorie Díaz López M. Sc.  
**VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, Marco Vinicio Gonzalez Valdiviezo, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

**Autor:** Marco Vinicio Gonzalez Valdiviezo

**Firma:**



**Cédula:** 1105401234

**Fecha:** Loja, 16 de octubre de 2017


**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA  
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Marco Vinicio Gonzalez Valdiviezo, declaro ser el autor, de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE BOSQUE SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL ZAPOTEPAMBA, PROVINCIA DE LOJA, ECUADOR”**, como requisito para optar el grado de: Ingeniero Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 16 días del mes de octubre del dos mil diecisiete, firma el autor.

**Firma:** 

**Autor:** Marco Vinicio Gonzalez Valdiviezo

**Número Cédula:** 1105401234

**Dirección:** Loja, Cantón Catamayo; Parroquia El Tambo, Barrio San Francisco

**Correo electrónico:** [marcogforestal@yahoo.com](mailto:marcogforestal@yahoo.com)

**Celular:** 0980901726

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

<b>Tribunal de Grado:</b> Ing. Napoleón López Tandazo M. Sc.	Presidente
Ing. Wilman Aldeán Guamán M. Sc.	Vocal
Ing. Marjorie Díaz López M. Sc.	Vocal

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, quiero agradecer a Dios por iluminar mi camino y haber permitido culminar una de mis metas. Además, deseo expresar mis sinceros agradecimientos a todos quienes hicieron posible la culminación de la presente investigación:

A la Universidad Nacional de Loja, la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y a la Carrera de Ingeniería Forestal que a través a sus docentes que han contribuido con los conocimientos teóricos-técnicos necesarios para mi formación profesional.

Al Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, director de mi tesis, por el tiempo y dedicación para que se pueda concluir con éxito la presente investigación.

De igual forma a la Ing. Julia Minchala, Ing. José Moreno, Ing. Magaly Yaguana y a todo el Equipo técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal por su apoyo desinteresado, por la dedicación de su tiempo y por haber compartido conmigo sus conocimientos, pues les estaré eternamente agradecido.

Así mismo, a los miembros del Tribunal Calificador por las valiosas sugerencias realizadas a la presente investigación.

Finalmente, a mis Padres (María & Luis), hermanas(os) y demás familiares por brindarme su apoyo y ser el motivo de mi superación.

A todos Gracias...

## DEDICATORIA

A Dios por tenerme con vida, darme fortaleza, sabiduría y ser el al forjador de mi camino.

A mis Queridos padres *María D. Valdiviezo Chaunay* y *Luis A. Gonzalez Banda* quienes con su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional me han permitido alcanzar esta importante meta dentro de mi formación profesional.

A mis hermanas: *Bertha*, quien ha sido una segunda madre y el pilar fundamental en mi vida; *Karina*, quien compartió estos duros años de esfuerzo; *Isabel, Rosario, Vicenta, Esperanza, Ligia, Rosa* quienes día a día me apoyaron directa o indirectamente, permitiéndome lograr este importante objetivo.

A mis sobrinos *Michelle & Andrés* y demás familiares, por apoyarme en la cristalización de mi formación profesional.

¡Con Cariño!

**Marco Vinicio**

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	pág.
CERTIFICACIÓN .....	ii
APROBACIÓN.....	iii
AUTORÍA .....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN .....	xix
ABSTRACT .....	xxi
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. LOS BOSQUES SECOS EN EL MUNDO .....	4
2.2. LOS BOSQUES SECOS DEL ECUADOR .....	4
2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS BOSQUES SECOS DEL ECUADOR .....	5
2.4. LOS BOSQUES SECOS DEL SUR DEL ECUADOR.....	5
2.5. ESPECIES FORESTALES NATIVAS .....	6
2.5.1. Importancia de las especies forestales nativas .....	6
2.6. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES EN ESTUDIO .....	7
2.6.1. Algarrobo, <i>Prosopis</i> L. ....	7
2.6.1.1. Clasificación Botánica .....	7
2.6.1.2. Descripción Botánica .....	7
2.6.1.3. Distribución Geográfica.....	8
2.6.2. Guayacán, <i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose.....	8
2.6.2.1. Clasificación Botánica .....	8
2.6.2.2. Descripción Botánica .....	8
2.6.2.3. Distribución Geográfica.....	9



2.6.3.	Hualtaco, <i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engl .....	9
2.6.3.1.	Clasificación Botánica .....	9
2.6.3.2.	Descripción Botánica .....	9
2.6.3.3.	Distribución Geográfica.....	10
2.6.4.	Palo santo, <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.....	10
2.6.4.1.	Clasificación Botánica .....	10
2.6.4.2.	Descripción Botánica .....	10
2.6.4.3.	Distribución Geográfica.....	11
2.7.	USOS DE LAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE BOSQUE SECO .....	11
2.8.	CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE BOSQUE SECO .....	11
2.9.	FERTILIZACIÓN EN ESPECIES FORESTALES .....	12
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>14</b>
3.1.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	14
3.2.	METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO INICIAL DE LAS CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “ZAPOTEPAMBA” .....	15
3.2.1.	Instalación del ensayo .....	15
3.2.2.	Diseño experimental .....	15
3.2.3.	Número de repeticiones .....	16
3.2.4.	VARIABLES A EVALUAR.....	16
3.2.4.1.	VARIABLES CUANTITATIVAS .....	16
3.2.4.2.	VARIABLES CUALITATIVAS .....	17
3.3.	METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL EFECTO DE DOS TIPOS DE FERTILIZANTES BASE EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “ZAPOTEPAMBA”. .....	19
3.3.1.	Análisis de varianza .....	19

3.3.2.	Prueba de Tukey .....	19
3.4.	METODOLOGÍA PARA DIFUNDIR LOS RESULTADOS.....	20
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
4.1.	COMPORTAMIENTO INICIAL DE LAS CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE SECO .....	21
4.1.1.	Crecimiento en diámetro basal (cm) .....	21
4.1.2.	Crecimiento en altura total (cm) .....	22
4.1.3.	Análisis estadístico a los 26 meses de edad. ....	23
4.1.3.1.	Variable diámetro basal (cm).....	23
4.1.3.2.	Variable altura total (cm) .....	24
4.1.4.	Estado sanitario .....	26
4.1.5.	Estado del ápice .....	26
4.1.6.	Desarrollo del Fuste (Torcido).....	27
4.2.	EFFECTO DE DOS TIPOS DE FERTILIZANTES DE BASE EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE SECO. ....	28
4.2.1.	Algarrobo, <i>Prosopis</i> L. ....	28
4.2.1.1.	Diámetro basal a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento .....	28
4.2.1.2.	Altura a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento .....	29
4.2.1.3.	Análisis estadístico a los 26 meses .....	30
4.2.1.3.1.	Variable diámetro basal .....	30
4.2.1.3.2.	Variable altura.....	30
4.2.1.4.	Estado sanitario .....	31
4.2.1.5.	Estado del ápice .....	32
4.2.1.6.	Desarrollo del fuste (torcido) .....	32
4.2.2.	Guayacán, <i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose.....	33
4.2.2.1.	Diámetro basal a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento .....	33
4.2.2.2.	Altura a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento .....	34

4.2.2.3.	Análisis estadístico a los 26 meses .....	35
4.2.2.3.1.	Variable diámetro basal .....	35
4.2.2.3.2.	Variable altura.....	35
4.2.2.4.	Estado sanitario.....	36
4.2.2.5.	Estado del ápice .....	37
4.2.2.6.	Desarrollo del fuste (torcido).....	37
4.2.3.	Hualtaco, <i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engl.....	38
4.2.3.1.	Diámetro basal a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento .....	38
4.2.3.2.	Altura a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento .....	39
4.2.3.3.	Análisis estadístico a los 26 meses de edad.....	40
4.2.3.3.1.	Variable diámetro basal .....	40
4.2.3.3.2.	Variable altura.....	40
4.2.3.4.	Estado sanitario.....	41
4.2.3.5.	Estado del ápice .....	42
4.2.3.6.	Desarrollo del fuste (torcido).....	42
4.2.4.	Palo santo, <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.....	43
4.2.4.1.	Diámetro basal a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento .....	43
4.2.4.2.	Altura a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento .....	44
4.2.4.3.	Análisis estadístico a los 26 meses .....	45
4.2.4.3.1.	Variable diámetro basal .....	45
4.2.4.3.2.	Variable altura.....	46
4.2.4.4.	Estado sanitario.....	47
4.2.4.5.	Estado del ápice .....	47
4.2.4.6.	Desarrollo del fuste (torcido).....	48
4.2.5.	RESUMEN DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LAS CUATRO ESPECIES FORESTALES DE BOSQUE SECO.....	48
4.2.5.1.	Resumen de los mejores tratamientos de la variable diámetro basal (cm) de las cuatro especies forestales de bosque seco.....	48

4.2.5.2.	Resumen de los mejores tratamientos de la variable altura total (cm) de las cuatro especies forestales de bosque seco.....	49
4.2.6.	<b>CORRELACIÓN ENTRE DIÁMETRO BASAL Y ALTURA DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LAS CUATRO ESPECIES FORESTALES EN ESTUDIO.</b> .....	50
4.2.6.1.	Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en algarrobo.....	50
4.2.6.2.	Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en guayacán.....	50
4.2.6.3.	Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en hualtaco.....	51
4.2.6.4.	Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en palo santo.....	52
4.3.	<b>DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA</b> .....	52
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>53</b>
5.1.	Comportamiento inicial de las cuatro especies forestales nativas del bosque seco .....	53
5.2.	Efecto de dos tipos de fertilizantes base en el crecimiento inicial de cuatro especies forestales nativas del bosque seco .....	54
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>57</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>65</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>pág.</b>
Figura 1. Mapa de ubicación de la Estación Experimental Zapotepamba.....	14
Figura 2. Diseño experimental del huerto semillero, establecido en el CBFT-Z. ...	15
Figura 3. Curva de crecimiento en diámetro basal de las cuatro especies forestales desde los dos hasta los 26 meses de edad.....	22
Figura 4. Curva de crecimiento en altura de las cuatro especies forestales desde los dos hasta los 26 meses de edad. ....	23
Figura 5. Diámetro basal promedio y rangos de significación de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad. ....	24
Figura 6. Altura promedio y rangos de significación de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad. ....	25
Figura 7. Estado sanitario de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad. ....	26
Figura 8. Estado del ápice de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad. ....	26
Figura 9. Desarrollo del fuste (Torcido) de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad.....	27
Figura 10. Curva de crecimiento en diámetro basal de algarrobo desde los dos hasta los 26 meses de edad. ....	28
Figura 11. Curva de crecimiento en altura de algarrobo desde los dos hasta los 26 meses de edad.....	29
Figura 12. Estado sanitario de las plantas de algarrobo a los 26 meses de edad. ....	31
Figura 13. Estado del ápice de las plantas de algarrobo a los 26 meses de edad. ....	32
Figura 14. Desarrollo del fuste (Torcido) de las plantas de algarrobo a los 26 meses de edad.....	32
Figura 15. Curva de crecimiento en diámetro basal de guayacán desde los dos hasta los 26 meses de edad. ....	33
Figura 16. Curva de crecimiento en altura de guayacán desde los dos hasta los 26 meses de edad.....	34
Figura 17. Estado sanitario de las plantas de guayacán a los 26 meses de edad. ....	36
Figura 18. Estado del ápice de las plantas de guayacán a los 26 meses de edad.....	37

Figura 19. Desarrollo del fuste (torcido) de las plantas de guayacán a los 26 meses de edad. ....	37
Figura 20. Curva de crecimiento en diámetro basal de hualtaco desde los dos hasta los 26 meses de edad. ....	38
Figura 21. Curva de crecimiento en altura de hualtaco desde los dos hasta los 26 meses de edad. ....	39
Figura 22. Estado sanitario de las plantas de hualtaco a los 26 meses de edad. ....	41
Figura 23. Estado del ápice de las plantas de hualtaco a los 26 meses de edad. ....	42
Figura 24. Desarrollo del fuste (torcido) de las plantas de hualtaco a los 26 meses de edad. ....	42
Figura 25. Curva de crecimiento en diámetro basal de palo santo desde los dos hasta los 26 meses de edad. ....	44
Figura 26. Curva de crecimiento en altura de palo santo desde los dos hasta los 26 meses de edad. ....	45
Figura 27. Estado sanitario de las plantas de palo santo a los 26 meses de edad. ....	47
Figura 28. Estado del ápice de las plantas de palo santo a los 26 meses de edad. ....	47
Figura 29. Desarrollo del fuste (torcido) de las plantas de palo santo a los 26 meses de edad. ....	48
Figura 30. Mejores tratamientos de la variable diámetro basal (cm) de cada especie. ....	49
Figura 31. Mejores tratamientos de la variable altura (cm) de cada especie. ....	49
Figura 32. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en algarrobo. ....	50
Figura 33. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en guayacán. ....	50
Figura 34. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en hualtaco. ....	51
Figura 35. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en palo santo. ....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>pág.</b>
Cuadro 1. Principales usos de las especies forestales Nativas de Bosque Seco .....	11
Cuadro 2. Especificaciones del diseño experimental.....	16
Cuadro 3. Variables cuantitativas evaluadas en el campo .....	16
Cuadro 4. Variables cualitativas evaluadas en el campo .....	17
Cuadro 5. Hoja de campo para el levantamiento de información de los árboles de las cuatro especies forestales .....	18
Cuadro 6. Hipótesis planteadas en cada uno de los objetivos de la investigación....	19
Cuadro 7. Valores de diámetro basal (cm) de las cuatro especies forestales a diferentes edades. ....	21
Cuadro 8. Valores de la altura (cm) de las cuatro especies forestales a diferentes edades. ....	22
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de las cuatro especies forestales. ....	23
Cuadro 10. Prueba de Tukey al 5% para las medias de variable diámetro basal (cm) de las cuatro especies forestales.....	24
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de las cuatro especies forestales.....	25
Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de las cuatro especies forestales. ....	25
Cuadro 13. Valores del diámetro basal (cm) de algarrobo a diferentes edades. ....	28
Cuadro 14. Valores de la altura (cm) de algarrobo a diferentes edades.....	29
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de algarrobo..	30
Cuadro 16. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable diámetro basal (cm) de algarrobo.....	30
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de algarrobo. ....	30
Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de algarrobo.....	31
Cuadro 19. Valores del diámetro basal (cm) de guayacán a diferentes edades. ....	33
Cuadro 20. Valores de la Altura (cm) de guayacán a diferentes edades.....	34
Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de guayacán..	35

Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable diámetro basal (cm) de guayacán. ....	35
Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de guayacán. ....	36
Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de guayacán. ....	36
Cuadro 25. Valores del diámetro basal (cm) de hualtaco a diferentes edades. ....	38
Cuadro 26. Valores de altura (cm) de hualtaco a diferentes edades. ....	39
Cuadro 27. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de hualtaco. ..	40
Cuadro 28. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable diámetro basal (cm) de hualtaco. ....	40
Cuadro 29. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de hualtaco. ....	40
Cuadro 30. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de hualtaco. ....	41
Cuadro 31. Valores de diámetro basal (cm) de palo santo a diferentes edades. ....	43
Cuadro 32. Valores de altura (cm) de palo santo a diferentes edades. ....	44
Cuadro 33. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de palo santo. ....	45
Cuadro 34. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable diámetro basal (cm) de palo santo. ....	46
Cuadro 35. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de palo santo. ....	46
Cuadro 36. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de palo santo. ....	46



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>pág.</b>
Anexo 1. Análisis de suelo del huerto semillero instalado en la CBFT-Z.....	65
Anexo 2. Medidas resumen de la evaluación del comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas de bosque seco en la estación experimental Zapotepamba. ....	67
Anexo 3. Análisis Post hoc de las variables diámetro basal y altura de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad.....	68
Anexo 4. Datos de las variables cualitativas de las cuatro especies forestales.....	69
Anexo 5. Datos de las variables cualitativas de <i>Prosopis L.</i> ....	70
Anexo 6. Datos de las variables cualitativas de <i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose. ....	71
Anexo 7. Datos de las variables cualitativas de <i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engl .....	72
Anexo 8. Datos de las variables cualitativas de <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch. ....	73
Anexo 9. Imágenes de la toma de datos durante la investigación. ....	74
Anexo 10. Imágenes de la socialización de la tesis al Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Universidad Nacional de Loja. ....	76
Anexo 11. Tríptico para la difusión de los resultados de la tesis.....	77

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DE  
CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE  
BOSQUE SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL  
“ZAPOTEPAMBA”, PROVINCIA DE LOJA, ECUADOR.**

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba (CBFT-Z), perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, cantón Paltas, provincia de Loja, en un huerto semillero de 1748 m<sup>2</sup> de cuatro especies forestales del bosque seco con fines de investigación, el mismo que fue instalado el 15 de mayo del 2014 por el equipo técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, a través del proyecto “Generación de protocolos para la propagación *in vivo* e *in vitro* de genotipos élites de especies forestales nativas y promisorias para la reforestación en la región sur del Ecuador”.

El estudio tuvo como propósito evaluar el comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas de bosque seco (algarrobo, *Prosopis* L.; guayacán, *Handroanthus billbergii*; hualtaco, *Loxopterygium huasango*; y, palo santo *Bursera graveolens*); y, así mismo, evaluar el efecto de dos tipos de fertilizantes de base (1. humus y 2. humus + abono completo) en el comportamiento inicial de las cuatro especies forestales, siguiendo un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones.

La metodología aplicada fue en base a dos criterios, cuantitativos y cualitativos: cuantitativos donde se consideró el crecimiento en diámetro basal y altura total; y, cualitativos donde se determinó el estado sanitario de las plantas, estado del ápice y desarrollo del fuste (torcido).

Los resultados obtenidos, a los 26 meses de edad en lo referente a comportamiento inicial de las cuatro especies forestales, estadísticamente si se encontraron diferencias significativas. Esto se visualizó en el crecimiento, donde hualtaco alcanzó 10,77 cm de diámetro basal y 505,56 cm de altura total, alcanzando el crecimiento más alto; palo santo y algarrobo lograron un crecimiento similar; no obstante, guayacán con 1,79 cm diámetro basal y una altura total 81,33 cm alcanzó el crecimiento más bajo. Así mismo, las cuatro especies forestales presentaron un alto porcentaje de árboles con estado sanitario de excelente calidad, alcanzando un 65% de árboles sanos en algarrobo; 80% de árboles sanos en guayacán; 89% de árboles sanos en hualtaco; y, 92% de árboles sanos en palo santo. El mismo comportamiento se encontró en cuanto al estado del ápice y del fuste para las cuatro especies forestales de bosque seco; sin embargo, existieron algunos árboles con ápice cortado, debido a la acción de factores antrópicos.

En lo referente al efecto de la fertilización, a los 26 meses de edad estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos por efecto de la aplicación de la fertilización de base (humus y humus + abono completo); no obstante, en algarrobo el mejor tratamiento T2 con la adición de humus, alcanzó un diámetro basal de 5,15 cm y una altura de 339,67 cm a los 26 meses de edad; así mismo, en guayacán el mejor tratamiento T1 (testigo, sin fertilización), alcanzó un diámetro basal de 2,3 cm y una altura de 101,44 cm. Por otro lado, en hualtaco el mejor tratamiento fue el T2, alcanzando un diámetro basal de 11,48 cm y una altura de 535,33 cm. Sin embargo, en palo santo el mejor tratamiento T3 (humus + abono completo) alcanzó un diámetro basal de 5,94 cm y una altura de 327 cm.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, la forestación y reforestación en ecosistemas similares de bosque seco en la provincia de Loja, se recomienda utilizar las especies de hualtaco, palo santo y algarrobo, por presentar los mejores resultados.

**Palabras clave:** bosque seco, crecimiento, huerto semillero, fertilización.

## ABSTRACT

The present research project was developed at the Zapotepamba Binational Technical Training Center (CBFT-Z), belonging to National University of Loja, Paltas canton, province of Loja, in a seed orchard of 1748 m<sup>2</sup> of four forest species of dry forest for research purposes, the same that was installed on May 15, 2014 by the technical team Laboratory of Plant Microrpopagation, through the project "Generation of protocols for *in vivo* and *in vitro* propagation of elite genotypes of native and promising forest species for reforestation in the southern region of Ecuador".

The purpose of the study was to evaluate the initial behavior of four native forest species (algarrobo, *Prosopis* L., guayacán, *Handroanthus billbergii*, hualtaco, *Loxopterygium huasango*, and palo santo *Bursera graveolens*); and; likewise, evaluate the effect of two types of basic fertilizers (1. humus and 2. humus + complete fertilizer) in the initial behavior of the four forest species, following a completely randomized block design with three replicates.

The applied methodology was based on two criteria, quantitative and qualitative: quantitative where growth in basal diameter and total height were considered; and, qualitative where the health status of the plants was determined, state of the apex and development of the stem (twisted) were determined.

The results obtained, at 26 months of age regarding the initial behavior of the four forest species, were statistically significant differences were found. This was visualized in the growth, where hualtaco reached 10,77 cm of basal diameter and 505,56 cm of total height, reaching the highest growth; palo santo and algarrobo achieved similar growth; however, guayacán with 1,79 cm basal diameter and a total height 81,33 cm reached the lowest growth.

Likewise, the four forest species presented a high percentage of trees with excellent health status, reaching 65% of healthy trees in algarrobo; 80% of healthy trees in guayacán; 89% of healthy trees in hualtaco; and, 92% of healthy trees in palo santo.

The same behavior was found regarding the state of the apex and of the stem for the four forest species of dry forest; however, there were some trees with cut apex, due to the action of anthropic factors.

Regarding the effect of fertilization, at 26 months of age, there were no significant differences between treatments due to the application of basic fertilization (Humus and humus + complete fertilizer); however, in carob the best T2 treatment with the addition of humus, reached a basal diameter of 5,15 cm and a height of 339,67 cm at 26 months of age; likewise, in guayacán the best T1 treatment (control, without fertilization), reached a basal diameter of 2,3 cm and a height of 101,44 cm.

On the other hand, in hualtaco the best treatment was T2, reaching a basal diameter of 11,48 cm and a height of 535,33 cm. Nevertheless, in palo santo the best treatment T3 (Humus + complete fertilizer) reached a basal diameter of 5,94 cm and a height of 327 cm.

According to the results obtained in the present investigation, afforestation and reforestation in similar dry forest ecosystems in the province of Loja, it is recommended to use the species of hualtaco, palo santo and algarrobo, for presenting the best results.

**Keywords:** dry forest, growth, seed orchard, fertilization.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques secos a nivel mundial ocupan 42% de la superficie de los bosques tropicales (Miles et al., 2006). Existen aproximadamente 530 millones de hectáreas de bosques secos; en América Latina están distribuidos desde el norte de México hasta el sur de Brasil y principalmente están situados en países en vías de desarrollo (Contento, 2000; Linares-Palomino, 2004). Son considerados como los biomas más frágiles del planeta, debido a su lenta capacidad de regeneración y a la persistente amenaza de deforestación y fragmentación por causas naturales o antropogénicas (Janzen, 1988).

En Ecuador los bosques secos forman parte de la región Tumbesina y se encuentran en el centro y sur de la región occidental de los Andes, en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y Loja (Aguirre & Kvist, 2005). Originalmente cerca del 35% (28000 km<sup>2</sup>) del Ecuador occidental estaba cubierto por bosque seco, se estima que el 50% habría desaparecido debido a que los mismos se encuentran ubicados en zonas relativamente pobladas, muchas veces en suelos aptos para cultivos y por tal razón han sido intervenidos y degradados mucho más que los bosques húmedos (Aguirre, Betancourt, & Hassan, 2013; Cerón, Palacios, Valencia, & Sierra, 1999).

En la provincia de Loja, se encuentra la mayor superficie de bosque seco, con un 31% (3400 km<sup>2</sup>) y se caracterizan por ser secos-cálidos; además, presentan dos periodos bien definidos uno de invierno y otro de verano, la mayor parte del año la vegetación pierde su follaje. Se localizan entre 190 a 1000 msnm y se desarrollan sobre áreas de fuertes pendientes, suelos pedregosos y arcillosos (Herbario-Loja, UNISIG, & CINFA, 2001). Además, en tierras bajas, estribaciones occidentales bajas de la Cordillera de los Andes y los valles secos interandinos del sur (Montaño & Roa, 2012). Se puede considerar estos bosques como el "corazón del Centro de Endemismo Tumbesino"; una de las regiones más importantes para la conservación en el mundo (López, 2002).

Los altos niveles de endemismo presentes en este ecosistema, permiten que estos sean considerados como una eco-región con la prioridad máxima regional de conservación (Paladines, 2003). Pero en la actualidad se considera que entre el 80 y 90% de la cobertura vegetal original del bosque seco ha desaparecido (Naturaleza & Cultura, 2005), esto es debido a la fragilidad del ecosistema y las presiones de poblaciones aledañas como: el aprovechamiento de productos maderables y no maderables, el pastoreo del ganado

caprino y vacuno, los cuales son rubros importantes de la economía campesina (Aguirre & Kvist, 2005). Estas actividades han sido promovidas en su mayoría por políticas estatales y por la apertura de vías de transporte que se dieron a partir de la mitad del siglo veinte (Dodson & Gentry, 1993).

Sin embargo, pese a la importancia de conservación de estos ecosistemas; sorprendentemente, los bosques secos del Neotrópico han recibido poca atención científica en comparación con los bosques lluviosos tropicales de la región (Bullock, Mooney, & Medina, 1995; Calvo-Alvarado, Sánchez-Azofeifa, & Portillo-Quintero, 2013; Escribano-Ávila, 2016). Aproximadamente por cada seis estudios en selvas húmedas se realiza un estudio en bosques secos (Sanchez-Azofeifa et al., 2005).

Debido a esto, el conocimiento del comportamiento inicial de las especies forestales de bosque seco es pobre, pues hasta la fecha solo existen publicaciones y estudios de investigación de estructura y composición florística (Espinosa, De La Cruz, Luzuriaga, & Escudero, 2012); y por tal razón, en la actualidad es trascendental considerar estudios sobre el comportamiento de estas especies (Aguirre & Kvist, 2005); ya que, el conocimiento científico generado permite la toma de decisiones en cuanto a biología de la conservación de estas especies y que con el análisis de otras variables harán posible su manejo y conservación a corto, mediano y largo plazo.

Bajo esta perspectiva, la presente investigación se constituye como una de las pioneras en este ámbito y se realizó desde mayo del 2015 a julio del 2017 en un huerto de 1748 m<sup>2</sup> con fines semilleros establecido en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba (CBFT-Z) perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, cantón Paltas, provincia de Loja; con el propósito de generar información sobre el comportamiento inicial de cuatro especies forestales de bosque seco: (*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl, *Prosopis* L., *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose) con fines de conservación de las mismas, contribuyendo de esta manera a llenar el vacío información que existe en el medio sobre esta materia.

Simultáneamente, también aportar al proyecto “**Generación de protocolos para la propagación *in vivo* e *in vitro* de genotipos élites de especies forestales nativas y promisorias para la reforestación en la región sur del Ecuador**”, que la Universidad



Nacional de Loja lleva a cabo a través del Laboratorio de Micropropagación Vegetal; con la finalidad de que con la información generada, las instituciones públicas y privadas puedan emprender programas de forestación y reforestación; y, poder así recuperar los ecosistemas nativos de bosque seco degradados de la región sur del Ecuador.

Los objetivos que orientaron la presente investigación fueron los siguientes:

### **Objetivo General**

- Contribuir a la generación de información sobre el comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas de Bosque Seco: *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl, *Prosopis* L., *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose, bajo diferentes condiciones de fertilización, con fines de conservación de las especies.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar el comportamiento inicial de las cuatro especies forestales nativas del Bosque Seco en la Estación Experimental “Zapotepamba”.
- Evaluar el efecto de dos tipos de fertilizantes base en el comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas del Bosque Seco en la Estación Experimental “Zapotepamba”.
- Difundir los resultados a los actores locales y regionales interesados en la temática.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. LOS BOSQUES SECOS EN EL MUNDO**

En el ámbito mundial se estima que aproximadamente 530 millones de hectáreas pertenecen a los bosques secos tropicales, estos se encuentran ubicados a los dos lados de la línea ecuatorial especialmente África, al sur del Sahara, Kenia, Tanzania y Zimbabwe (Guenter, Weber, Stimm, & Mosanld, 2011; Lamprecht, 1990). En los trópicos de América, las mayores regiones de bosque seco incluyen las costas del Pacífico de América Central, desde México hasta Costa Rica, la Península de Yucatán, la Caatinga en el noreste de Brasil, el Chaco y el Chiquitano al este de Bolivia y en los vecinos Argentina y Paraguay, y las costas del Pacífico de Ecuador y del noroeste de Perú. Los bosques secos también se encuentran dispersos en muchos valles montanos tropicales (Paladines, 2003).

### **2.2. LOS BOSQUES SECOS DEL ECUADOR**

Los bosques secos forman parte de la Región Tumbesina, aproximadamente abarcan 135000 km<sup>2</sup>, compartidos entre Ecuador y Perú; y, se encuentran en las provincias de Esmeraldas, Manabí (Parque Nacional Machalilla y el Cerro Montecristi), Santa Elena, Guayas, El Oro hasta la provincia Loja en la frontera con el Perú y Loja (en áreas entre 0 a 2000 msnm) (Aguirre, Linares-Palomino, & Kvist, 2006).

Generalmente están ubicados en zonas relativamente pobladas muchas veces en suelos favorables para la agricultura, relativamente ricos en nutrientes y por tal razón han sido muy intervenidos, degradados y los más amenazados del mundo, destruidos mucho más que los bosques húmedos (Aguirre, Kvist, & Sánchez, 2006). Como no tienen la diversidad ni espectacularidad de los bosques húmedos, no han sido tomados en cuenta como objetos de conservación y han estado ausentes de las políticas de conservación de la región (TNC, 2009).

Por tal razón; los bosques secos del Ecuador son poco conocidos, muy amenazados y mantienen una importancia económica para grandes segmentos de la población rural, suministrando productos maderables y no maderables para subsistencia y a veces para la venta (Aguirre, Kvist, et al., 2006). Los bosques secos constituyen un ecosistema clave que sostiene la vida productiva de más de 65000 habitantes, especialmente como fuente generadora de agua (TNC, 2009).

### **2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS BOSQUES SECOS DEL ECUADOR**

Los bosques secos son aquellos en los que alguna o gran parte de las especies vegetales pierden estacionalmente sus hojas, presentan características particulares que los diferencian de otros bosques tropicales (Vazquez & Josse, 2001). La lluvia marcadamente estacional, los meses secos fluctúan entre tres y ocho; y, el promedio de lluvia anual es inferior a 2000 mm (con fluctuaciones máximas y mínimas entre 250 a 400 mm y 1600 a 2000 mm). La temperatura varía entre 20 y 27 °C y la tasa anual de evapotranspiración potencial y precipitación excede a la unidad (Klitgaard et al., 1999).

La fisonomía y distribución de los distintos bosques secos del Ecuador están influenciados no solo por la variación en la precipitación anual sino también por la profundidad del suelo y su textura. La ubicación geográfica, las diferencias de altitud y la influencia que recibe de otros ecosistemas, tales como el bosque húmedo tropical, influyen también para que en una zona exista un determinado tipo de bosque seco (Granda & Guamán, 2006).

### **2.4. LOS BOSQUES SECOS DEL SUR DEL ECUADOR**

Los bosques secos del sur del Ecuador (provincias de El Oro y Loja incluyendo los cantones de Macará y Zapotillo), representan aproximadamente el 50% de lo que queda de este ecosistema en Ecuador y que constituye no más del 25% del bosque seco original. Estos bosques son considerados como la continuación de formaciones áridas y semiáridas del Norte de Perú (Cerón et al., 1999)

Los principales remanentes boscosos de la provincia de Loja conforman 4 cuerpos: el cañón del río Catamayo (15000 ha), la Ceiba (10000 ha), Cerro Negro (3000 ha) y los bosques de Tagua (3000 ha.), remanentes importantes, pero que lastimosamente hasta ahora no cuentan con ninguna protección estatal (Andrade, 2014; Caraguay & Rivas, 2005; Paladines, 2003; Romero, 2009).

Estos bosques son considerados como ecosistemas caducifolios ya que más del 75% de las especies vegetales pierden estacionalmente sus hojas durante los meses secos que fluctúan entre tres y ocho, con un promedio de lluvia anual la precipitación de 400-900 mm/año y una temperatura que varía entre 20 y 27 °C. Sin embargo, esto no implica que se produzca un auténtico periodo de descanso, ya que muchas especies florecen y fructifican en esa época (Fredericksen, 2011; Lamprecht, 1990; Lozano, 2002).

Las especies vegetales características de los bosques secos pluvioestacionales son: *Ceiba trichistandra*, *Cavanillesia platanifolia*, *Eriotheca ruizi*, *Handroanthus chrysanthus*, *Cordia lutea*, *Terminalia valverdae*, *Machaerium millei*, *Cochlospermum vitifolium*, *Bursera graveolens*, *Coccoloba ruiziana*, *Caesalpinia glabrata*, *Piscidia carthagenensis*, *Pithecellobium excelsum* y especies de cactáceas como *Armatocereus cartwrightianus*, *Opuntia ficus indica* y *Enpostoa lanata* (Aguirre & Delgado, 2001; Aguirre & Kvist, 2009; Aguirre, Linares-Palomino, et al., 2006).

Estos bosques en su conjunto constituyen un tipo de vegetación frágil, que se desarrollan en condiciones climáticas extremas y soportan una fuerte alteración y sobreexplotación por parte del hombre, resaltando que la mayoría de la población se dedica a la extracción selectiva de madera, la crianza extensiva de ganado especialmente caprino, por tal razón han sido intervenidos, existiendo en la actualidad pequeños relictos (Aguirre & Delgado, 2001).

## **2.5. ESPECIES FORESTALES NATIVAS**

### **2.5.1. Importancia de las especies forestales nativas**

La flora nativa se caracteriza por ser el conjunto de especies que pertenecen a hábitats naturales, siendo parte de ecosistemas muy ricos en biodiversidad, aislados de agresiones antrópicas y de la influencia de su distribución actual. Los bosques naturales son recursos renovables que pueden dar una producción permanente de bienes y servicios, pero, se conoce poco sobre el manejo que deben recibir para mantener la productividad y esto ha limitado su conservación (Loján, 1992).

Para ir mejorando el uso de estos recursos se debe saber que utilidad tienen los árboles donde se encuentran, cuales especies son apropiadas, como se propagan y donde se las debe promocionar. La forestación y reforestación con especies nativas en el ámbito nacional tiene muchas limitantes, como por ejemplo no hay investigaciones que permitan con certeza y fiabilidad desarrollar actividades de producción y plantación de especies nativas (Paredes, 1997).

Ampliar el propósito de protección y conservación significa, incrementar y motivar el interés por la reforestación con especies nativas dada que estas tienen características propias que las hacen adecuadas para este propósito, por su adaptación al medio, su

capacidad de regeneración, su diversidad de uso y su resistencia a plagas y enfermedades (Cueva, 1997).

Tradicionalmente estas especies sirven para satisfacer necesidades de alimentación, medicina, vivienda, combustible, madera y ornamentación. Modernamente se reconoce su utilidad, tanto en el área urbana como en el área rural, por los servicios que prestan, lo cual no puede sustituirse con otras alternativas (Loján, 1992).

## **2.6. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES EN ESTUDIO**

### **2.6.1. Algarrobo, *Prosopis* L.**

#### **2.6.1.1. Clasificación Botánica**

**ORDEN:** FBALES

**FAMILIA:** FABACEAE

**GÉNERO:** *Prosopis*

**ESPECIE:** s.n.

**NOMBRE COMÚN:** Algarrobo



#### **2.6.1.2. Descripción Botánica**

Es un árbol de tronco grueso con diámetros que varían de 40-80 cm de DAP, fuste ramificado y ramas retorcidas con copa horizontal globosa de 8-12 m de diámetro. Sus hojas son compuestas bipinnadas, comúnmente con pocos pares de espinas opuestas, folíolos pequeños y oblongos. Flores pequeñas de color crema, actinomorfas, hermafroditas, en inflorescencias en espigas densas amarillas. Frutos legumbres drupáceas de 12-15 cm de longitud y 1,5 cm de diámetro, indehiscentes, lineales, falciformes; con mesocarpo carnoso; endocarpo dividido en compartimentos para una semilla, segmentos coriáceos a leñosos; semillas ovoides, achatadas, duras y de color marrón cuando está madura. Especie heliófita de rápido crecimiento y larga vida, se reproduce por semilla, prefiere suelos aluviales profundos (Aguirre, 2012).

Tiene gran potencial para el desarrollo de plantaciones forestales, que permitan la producción sostenible de la especie y el aprovechamiento inteligente de los beneficios que éste brinda (Aguirre, Kvist & Sánchez, 2006).

### 2.6.1.3. Distribución Geográfica

Habita en planicies y laderas del bosque seco. Crece entre 0 y 500 msnm, en las provincias del Esmeraldas, Galápagos, Guayas, Loja y Manabí (Neill, Klitgaard., & Lewis, 1999).

### 2.6.2. Guayacán, *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose.

#### 2.6.2.1. Clasificación Botánica

**ORDEN:** LAMIALES

**FAMILIA:** BIGNONIACEAE

**GÉNERO:** *Handroanthus*

**ESPECIE:** *billbergii*

**NOMBRE COMÚN:** Guayacán negro,  
madero negro.



#### 2.6.2.2. Descripción Botánica

Árbol caducifolio de 12-14 m de altura y 20-25 cm de DAP. Fuste cilíndrico con corteza de color pardo oscuro, marcadamente fisurada. Sus ramas son de color café-claro, pubescentes. Hojas compuestas, opuestas, decusadas, digitadas (palmadas). Sus flores poseen un cáliz campanulado, pubescente; corola tubular amarillo limón con estrías pardas o rojas en la garganta, de 6-8 a cm de longitud, dispuestas en una inflorescencia racimosa terminal de 6-8 flores. Su fruto es una cápsula linear-oblonga de hasta 17-25 cm de longitud por 8-10 mm de ancho; con pelos diminutos dispersos; café-oscuro cuando se secan. Sus semillas son delgadas y tienen alas transparentes membranosas (Aguirre, 2012; Villacis et al., 2015).

### 2.6.2.3. Distribución Geográfica

Se encuentra en el norte de Venezuela, en zonas adyacentes en Colombia y es endémico del bosque seco de la costa del Ecuador y Perú, crece en altitudes de 0 a 50 msnm. En Ecuador se encuentra en las provincias de Manabí, Guayas y Loja (Jorgensen, 1999b).

### 2.6.3. Hualtaco, *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl

#### 2.6.3.1. Clasificación Botánica

**ORDEN:** SAPINDALES

**FAMILIA:** ANACARDIACEAE

**GÉNERO:** *Loxopterygium*

**ESPECIE:** *huasango*

**NOMBRE COMÚN:** Hualtaco, huasango, guasango, gualtaco.



#### 2.6.3.2. Descripción Botánica

Es un árbol de moderado y caducifolio de hasta 25 m de alto y 80 cm de DAP con copa redonda y globosa. Su fuste es muy irregular y ramificado con una corteza lisa. Exuda un látex cremoso que fluye en forma de gotas gruesas. Tiene hojas imparipinadas, alternas, de 30 a 50 cm. de largo. Sus flores son muy pequeñas de color blanco y sus frutos son una sámara de color café, que principalmente son dispersadas por el viento. El número de semillas por kilogramo es de 100000 semillas por kilogramo. Puede ser propagado por semilla y por estaca (Aguirre, 2012).

### 2.6.3.3. Distribución Geográfica

Habita en zonas montañosas y planicies del bosque seco, en suelos de textura moderadamente fina con presencia de gravas superficiales y frecuente cerca de las quebradas en las provincias de Guayas, El Oro y Loja, crece entre 0 - 2000 msnm (Jorgensen, 1999a).

### 2.6.4. Palo santo, *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch

#### 2.6.4.1. Clasificación Botánica

**ORDEN:** SAPINDALES

**FAMILIA:** BURSERACEAE

**GÉNERO:** *Bursera*

**ESPECIE:** *graveolens*

**NOMBRE COMÚN:** Palo santo,  
incienso, sasafrás



#### 2.6.4.2. Descripción Botánica

Es un árbol caducifolio que en condiciones favorables puede llegar a tener alturas de hasta 12 m de altura y 40 cm de DAP. Su fuste es cilíndrico ramificado de corteza lisa y con una copa redondeada de hasta 12 metros de diámetro. Debido a la presencia de glándulas resiníferas sus partes vegetativas son muy olorosas (olor alcanforado o incienso) que al frotar con las manos se siente una sensación muy agradable y refrescante (Puecas, 2010). Sus hojas son compuestas imparipinnadas con tres pares de hojuelas, alternas. Sus flores son pequeñas de color blanco-lila y su fruto es una drupa abayada de color verde rojizo; y, su semilla es de color marrón. Florece entre Diciembre y Febrero; fructifica entre Abril y Junio. Se propaga por semillas (Aguirre, 2012).



### 2.6.4.3. Distribución Geográfica

Esta especie habita en planicies y laderas del bosque seco. Crece entre 0 y 2000 msnm, en las provincias de Loja, El Oro, Guayas, Manabí, Imbabura y Galápagos (Daly, 1999).

## 2.7. USOS DE LAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE BOSQUE SECO

Cuadro 1. Principales usos de las especies forestales Nativas de Bosque Seco

ESPECIE FORESTAL	USO POTENCIAL
ALGARROBO	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fuste: carbón, leña y para construcción</li><li>▪ Hojas: como puño y alimento para el ganado</li><li>▪ Flores: sirve para la apicultura</li><li>▪ Frutos: alimento para ganado, algarrobina, café de algarroba, dulces, harina.</li></ul>
GUAYACÁN	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hojas y flores: excelente forraje para ganado caprino y bovino</li><li>▪ Fuste: aserrado, parquet, postes, vigas, pilares, es cotizada para artesanía y carpintería.</li></ul>
HUALTACO	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fuste: parquet, construcción de viviendas, muebles, cercos de potreros y artesanía.</li><li>▪ Hojas y frutos: como alimento para el ganado</li><li>▪ Resina: usada como anestésico, destruye las caries.</li></ul>
PALO SANTO	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Flor: para desinflamar el hígado y para la apicultura.</li><li>▪ Hojas y corteza verde sirve como alimento para el ganado.</li><li>▪ Resina: es usada como incienso (sahumerio y repelente). También sirve para frotaciones musculares y tratamiento de la gusanera del ganado.</li><li>▪ Hojas tiernas hervidas ahuyenta las hormigas.</li><li>▪ Hojas hervidas mezcladas con ajos, cebolla, miel de palo, bueno para bronquios y la gripe.</li></ul>

Fuente: (Aguirre, 2012; Montoya, 2001).

## 2.8. CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE BOSQUE SECO

El crecimiento inicial de las especies vegetales está influenciado por factores como: humedad, temperatura, condiciones físico-químicas de suelos, fisiografía del terreno, calidad de las plántulas (Álvarez & Varona, 2006; Barth, Eibl, & Montagnini, 2008; Nieto, 2005); así por ejemplo Lamprecht (1990), manifiesta que uno de los factores con mayor influencia en el desarrollo de las especies forestales constituye las condiciones locales de insolación.

La importancia de este factor ha sido determinante en la agrupación según sus requerimientos de luz; se distinguen tres grupos: (1) las especies heliófita que requieren de plena insolación durante toda su vida; (2) especies esciófitas que se regeneran y prefieren la sombra del bosque, y (3) las especies parcialmente tolerantes a la sombra o hemieliófitas, también conocidas como oportunistas o nómadas, éstas son capaces de regenerarse tanto a la luz como a la sombra, pero a edad temprana requieren plena luz (Fredericksen, 2011; Lamprecht, 1990). Las tasas de crecimiento de algunas de las especies consideradas en esta investigación son: en palo santo de 0.31 a 0.67 cm/año y en hualtaco de 0.44 a 0.72 cm/año (Alvarado, 2011; Alvarado et al., 2007).

## **2.9. FERTILIZACIÓN EN ESPECIES FORESTALES**

Los requerimientos de nutrientes de los árboles, si bien tienen mucho en común, son específicos según la especie de que se trate. El suelo o sitio, en el tanto en que definen el posible rendimiento (producción de madera para cualquier tipo de uso), define hasta cierto punto la cantidad de nutrientes que puede utilizar el árbol (bosque o plantación), de manera que pueda calcularse la cantidad de nutrientes que deben reponerse al ecosistema para mantener su productividad (Alvarado & Raigosa, 2012).

En general dos criterios principales se utilizan para determinar o manejar los nutrientes en producción de madera, a saber: 1) el reciclaje de nutrientes, de particular relevancia en bosques naturales primarios y secundarios y 2) la adición de fertilizantes y enmiendas, mucho más utilizados en plantaciones forestales. En el primer caso, reciclaje de nutrientes, varios autores han contribuido a esclarecer algunos de los principios envueltos en el proceso. De esta manera, se conoce con bastante certeza que los requerimientos nutricionales de especies forestales creciendo en sistemas distróficos es menor que la de especies que dominan en suelos eutróficos, está también documentado que la translocación de nutrientes antes de la caída de las hojas a otros tejidos del árbol es mayor en el primer ecosistema que en el segundo. Hoy se reconoce que la mayoría de los nutrientes en cualquier ecosistema forestal se encuentran en el suelo, siendo importante también la cantidad de nutrientes asociados a los tejidos de crecimiento activo del árbol y cerca de la madurez en la madera (Binkley, 1993).

El proceso de descomposición de residuos provenientes del bosque o plantación (hojas, ramas, etc.) es más acelerado en los pisos altitudinales bajos que en los climas de montaña, donde la baja temperatura limita la velocidad de mineralización de los mismos.

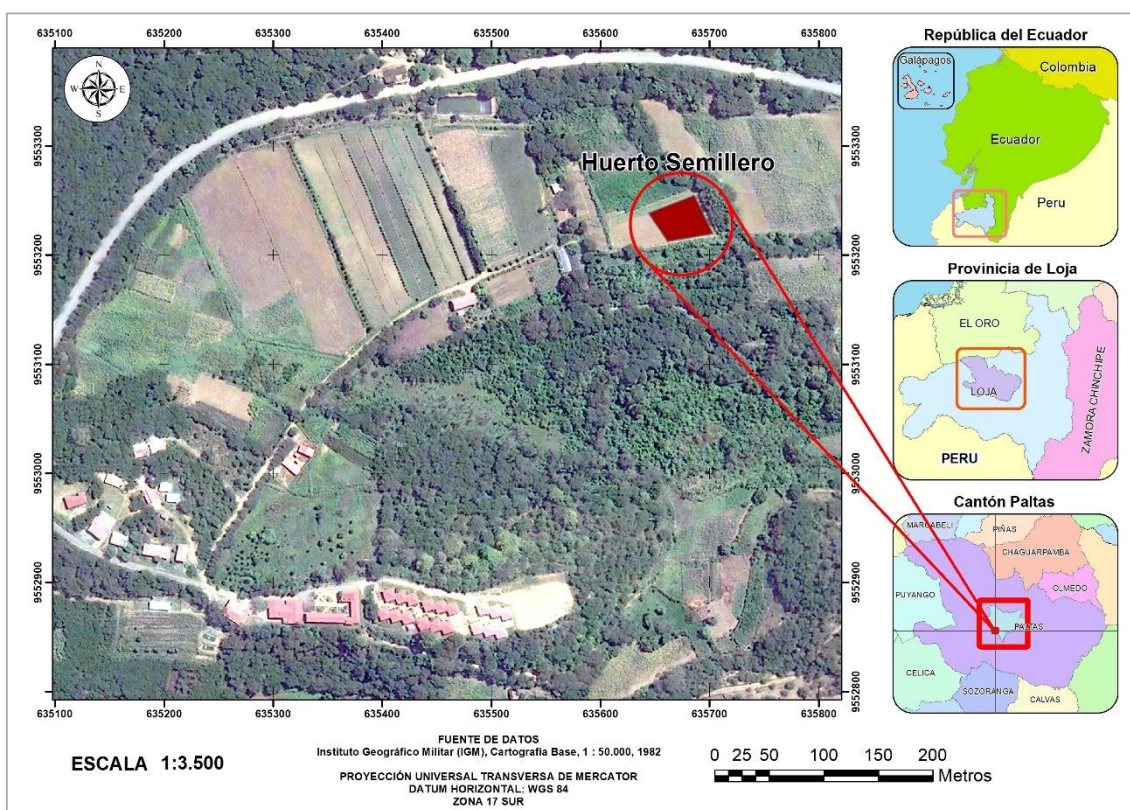
Desde el punto de vista de las quemas, estas pueden separarse en quemas parciales (similares a las de los pinos en Centro América) que adicionan entre 0,5 y 1,0 toneladas de ceniza por hectárea o totales (caso de corta de bosque en la Amazonía) en las que se adicionan entre 4 y 25 toneladas de ceniza por hectárea en función de la edad del bosque que se tale y queme. Muchos otros aspectos pueden mencionarse para este sistema de manejo de nutrimentos, los anteriores son solo algunos ejemplos simples (Zottl & Tschinkel, 1971).

En plantaciones forestales, el uso de cal y fertilizantes es cada vez más común, siguiéndose criterios de fertilización similares a los empleados en agricultura. Como técnicas de diagnóstico se pueden utilizar las deficiencias visuales en las hojas, los análisis foliares y de suelos, entre otros. Normalmente debe separarse la práctica de aplicar enmiendas en al menos tres períodos: viveros, trasplante y plantación, ya que los productos y cantidades de los mismos a utilizar varían mucho. Esfuerzos recientes por mejorar esta práctica indican que, a diferencia de un manejo de la fertilidad con especies de crecimiento lento, la adición de enmiendas al suelo en especies de crecimiento rápido es económica y necesaria para lograr optimizar el crecimiento de los árboles en regiones tropicales (Herrera et al., 2014). Debido a los procesos de certificación en plantaciones forestales, el monitoreo permanente de las variaciones en el suelo y drenajes de las plantaciones, se convierte en una necesidad, por lo que los encargados de plantaciones deberán considerar implementar sistemas de monitoreo permanentes (Alvarado & Raigosa, 2012).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se la realizó en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba (CBFT-Z) perteneciente a la Universidad Nacional de Loja. Se encuentra en la parroquia Casanga (valle de Casanga) perteneciente al cantón Paltas, provincia de Loja. El CBFT-Z cuenta con una finca de 195,6 hectáreas, de las cuales 40 hectáreas son potencialmente regables, las mismas que están ubicados en la parte baja de la finca; 150 hectáreas son áreas de secano y formaciones naturales de bosque seco y 5,6 hectáreas están destinadas para infraestructura educativa y productiva (Abad, 2012). El área que se designó para el establecimiento del ensayo “Huerto Semillero” fue de 1748 m<sup>2</sup> (Figura 1).



Posee una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación media anual de 660 mm/año, encontrándose un régimen pluviométrico definido con un déficit de lluvia (mayo a diciembre); y, precipitaciones concentradas (Enero, Febrero, Marzo, Abril). La zona de vida en el CBFT-Z según Holdridge 1967 se clasifica como Bs-T (Bosque seco - Tropical) (Chamba, 2016).

### 3.2. METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO INICIAL DE LAS CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “ZAPOTEPAMBA”

#### 3.2.1. Instalación del ensayo

El ensayo se estableció el 15 de mayo del 2014, y está conformado por cuatro especies forestales de bosque seco, estas son: algarrobo (*Prosopis* L), guayacán (*Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose), hualtaco (*Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl) y palo santo (*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch). La cantidad de individuos por especie forestal fueron de 27, dando un total de 108 individuos dentro del ensayo.

#### 3.2.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (Figura 2) con tres tratamientos por especie y tres repeticiones (Cuadro 2).

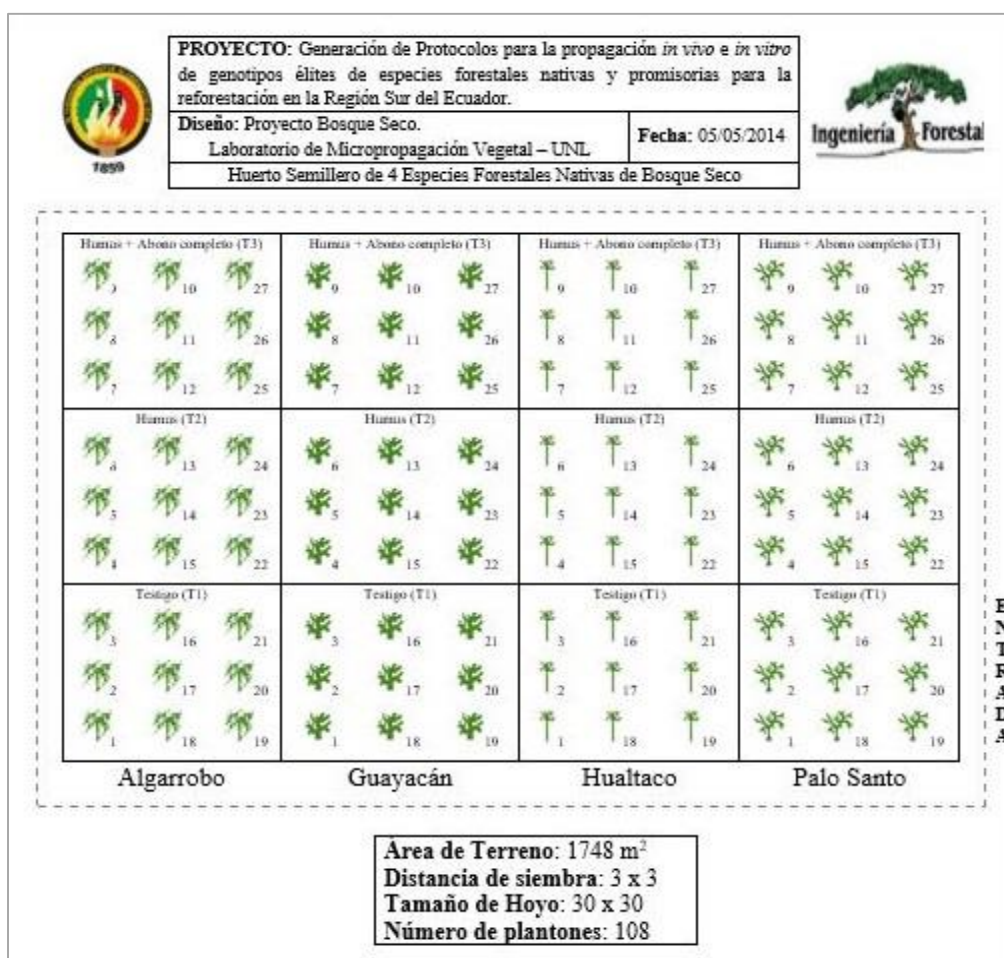


Figura 2. Diseño experimental del huerto semillero, establecido en el CBFT-Z.

Cuadro 2. Especificaciones del diseño experimental

ESPECIE	TRATAMIENTO	N° PLANTAS
Palo santo	T1 (Testigo)	9
	T2 (Humus)	9
	T3 (Humus + Abono completo)	9
Hualtaco	T1 (Testigo)	9
	T2 (Humus)	9
	T3 (Humus + Abono completo)	9
Guayacán	T1 (Testigo)	9
	T2 (Humus)	9
	T3 (Humus + Abono completo)	9
Algarrobo	T1 (Testigo)	9
	T2 (Humus)	9
	T3 (Humus + Abono completo)	9
<b>TOTAL</b>		108

### 3.2.3. Número de repeticiones

Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento.

### 3.2.4. Variables a evaluar

Se utilizaron variables cuantitativas y cualitativas. A continuación, se mencionan cada una de ellas:

#### 3.2.4.1. Variables cuantitativas

Cuadro 3. Variables cuantitativas evaluadas en el campo

<b>Diámetro basal (cm)</b>	Se realizó con el calibrador pie de rey a 2 cm del nivel del suelo.
<b>Altura total (cm)</b>	Se midió cada uno de los individuos desde el nivel del terreno hasta el ápice de la planta con la ayuda de una cinta métrica graduada en los primeros meses de desarrollo de las plantas; y, posteriormente cuando alcanzaron una mayor altura se utilizó el Clinómetro SUUNTO.

### 3.2.4.2. Variables cualitativas

Cuadro 4. Variables cualitativas evaluadas en el campo

<b>Estado sanitario</b>	<b>1: Excelente:</b> sin lesiones de plagas o enfermedades <b>2: Muy bueno:</b> lesiones en un 25% del área foliar <b>3: Regular:</b> lesiones en un 50% del área foliar y el tallo <b>4: Malo:</b> lesiones > al 75% del área y el tallo
<b>Estado del Ápice</b>	<b>1: Normal:</b> cuando no presenta ningún tipo de alteración. <b>2: Muy bueno:</b> cuando el ápice tiene un tipo de alteración leve. <b>3: Cortado:</b> cuando ha sido realizado por el ser humano <b>4: Quebrado:</b> cuando se rompe naturalmente u ocasionado por insectos o animales.
<b>Desarrollo del fuste (Torcido)</b>	<b>1: Normal:</b> el fuste de la planta crece de manera normal <b>2: Muy torcido:</b> la planta está totalmente inclinada <b>3: Torcido:</b> la planta esta medianamente torcida <b>4: Poco torcido:</b> la planta está poco inclinada

La toma de datos para las variables cuantitativas y cualitativas se inició a los dos meses después de haber plantado el ensayo. Esta medición se la realizó a los dos, cinco, once, dieciocho y veinte seis meses de edad de las especies forestales; y, se realizó utilizando la siguiente matriz (Cuadro 5).

Cuadro 5. Hoja de campo para el levantamiento de información de los árboles de las cuatro especies forestales

HOJA DE CAMPO									
Nº:	FECHA:							Especie:	
Tratamiento	No. Árbol	Db (cm)		Db (cm)	Altura (cm)	Est. Sanitario	Est. Ápice	Torcido	Observaciones
		1	2						
T1	1								
T1	...								
T1	...								
T2	...								
T2	...								
T2	...								
T3	...								
T3	...								
T3	...								
T3	...								
T3	...								
T2	...								
T2	...								
T2	...								
T1	...								
T1	...								
T1	...								
T1	...								
T1	...								
T1	...								
T2	...								
T2	...								
T2	...								
T3	...								
T3	...								
T3	... n								

Los datos levantados con esta matriz sirvieron para determinar el crecimiento inicial de las cuatro especies forestales en estudio; y, a si mismo evaluar el efecto de la fertilización de base aplicada a las mismas.



### 3.3.METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL EFECTO DE DOS TIPOS DE FERTILIZANTES BASE EN EL COMPORTAMIENTO INICIAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “ZAPOTEPAMBA”.

Para evaluar el efecto de los fertilizantes aplicados a la base de los árboles en el crecimiento inicial de las cuatro especies forestales, se utilizaron los datos de las variables: diámetro basal (cm) y altura total (cm) de los árboles obtenidos en la última lectura, esto es a los 26 meses de edad de los árboles de las cuatro especies forestales, con cuyos datos se realizó el análisis estadístico.

#### 3.3.1. Análisis de varianza

El análisis de varianza (ANOVA), es un procedimiento que descompone la variabilidad total en la muestra (suma de cuadrados total de las observaciones) en componentes (sumas de cuadrados) asociados cada uno a una fuente de variación reconocida (Balzarini et al., 2008). Este permitió comprobar las hipótesis planteadas en cada uno de los objetivos:

Cuadro 6. Hipótesis planteadas en cada uno de los objetivos de la investigación.

<b>Objetivo 1:</b>	H <sub>0</sub> : ¿El crecimiento dasométrico no difiere en cada una de las especies forestales nativas del Bosque Seco?	H <sub>1</sub> : ¿El crecimiento dasométrico es diferente en cada una de las especies forestales nativas del Bosque Seco?
<b>Objetivo 2:</b>	H <sub>0</sub> : ¿Los dos tipos de fertilizantes base no influyen en el crecimiento inicial de cuatro especies forestales nativas del Bosque Seco en la Estación Experimental “Zapotepamba”?	H <sub>1</sub> : ¿Los dos tipos de fertilizantes base influyen en el crecimiento inicial de cuatro especies forestales nativas del Bosque Seco en la Estación Experimental “Zapotepamba”?

#### 3.3.2. Prueba de Tukey

Para comprobar las hipótesis planteadas, para las variables diámetro basal (cm) y altura total (cm), se realizó la prueba estadística de Tukey al 0,05 de probabilidad con el objetivo de identificar y analizar si existen diferencias significativas en sus medias y varianzas; y, poder aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.

### **3.4. METODOLOGÍA PARA DIFUNDIR LOS RESULTADOS.**

Para la difusión de los resultados de la investigación se realizó lo siguiente:

- Socialización de los resultados a los actores locales y regionales interesados en la temática a través de una exposición magistral.
- Elaboración de un tríptico y un folleto técnico informativo, con la finalidad de dar a conocer los resultados obtenidos de la presente investigación.
- Elaboración del documento final de la tesis; y, un artículo científico para difundir los resultados de la investigación.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. COMPORTAMIENTO INICIAL DE LAS CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE SECO

La evaluación del crecimiento de las cuatro especies forestales nativas del bosque seco, se determinó a dos niveles: cuantitativos, considerando las variables dasométricas: crecimiento en diámetro basal (cm) y altura total (cm); y, cualitativos: estado sanitario, estado del ápice, y desarrollo del fuste (torcido).

#### 4.1.1. Crecimiento en diámetro basal (cm)

En el Cuadro 7, se presentan los resultados obtenidos del diámetro basal (cm) para cada especie a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad.

Cuadro 7. Valores de diámetro basal (cm) de las cuatro especies forestales a diferentes edades.

Especies	Diámetro basal (cm)				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
Algarrobo	0,46	0,76	1,41	3,10	4,76
Guayacán	0,30	0,42	0,43	1,05	1,79
Hualtaco	0,66	1,82	4,41	8,15	10,77
Palo santo	0,51	1,70	2,35	4,00	5,21

En la Figura 3, se observa el crecimiento en diámetro basal de las cuatro especies forestales desde su establecimiento. El mayor crecimiento en diámetro basal entre especies se obtuvo en hualtaco con 10,77 cm, seguido de algarrobo con 5,21 cm y palo santo con 4,76 cm; y, finalmente guayacán alcanzando el menor crecimiento con 1,79 cm.

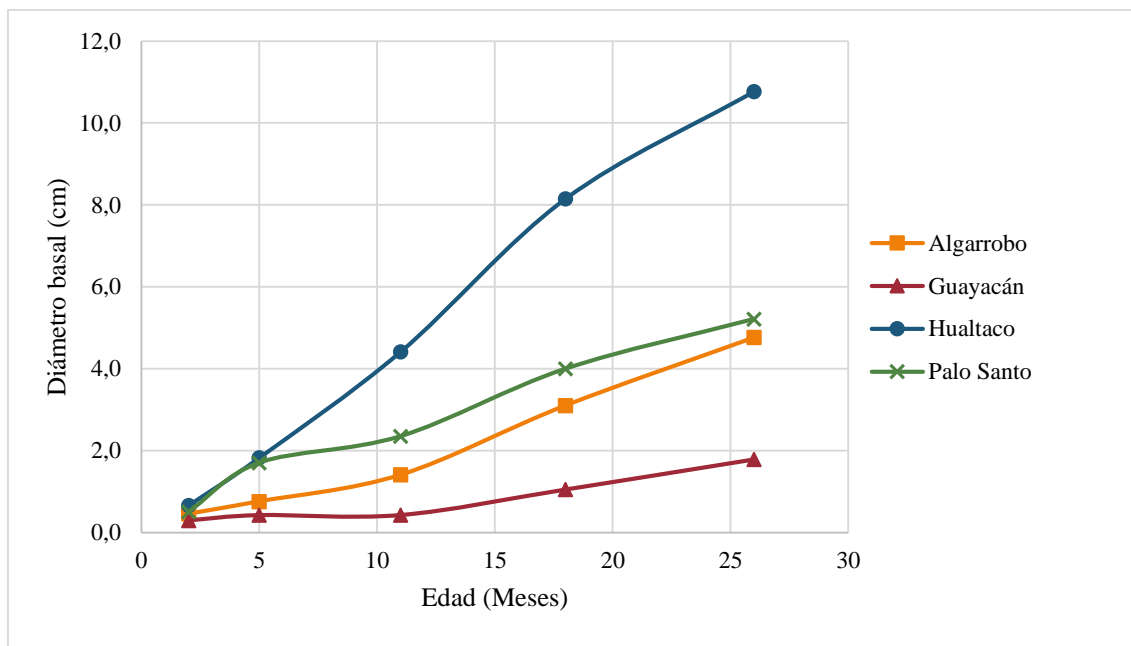


Figura 3. Curva de crecimiento en diámetro basal de las cuatro especies forestales desde los dos hasta los 26 meses de edad.

#### 4.1.2. Crecimiento en altura total (cm)

En el Cuadro 8, se presentan los datos obtenidos de altura (cm) para cada especie a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad.

Cuadro 8. Valores de la altura (cm) de las cuatro especies forestales a diferentes edades.

Especies	Altura (cm)				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
Algarrobo	42,15	66,07	113,30	181,11	305,93
Guayacán	6,26	13,39	16,85	40,81	81,33
Hualtaco	13,48	56,44	175,78	360,74	505,56
Palo santo	8,00	68,59	131,48	195,44	265,19

En la Figura 4, se observa el crecimiento en altura de las cuatro especies forestales desde su establecimiento. La mayor altura entre especies se obtuvo en hualtaco con 505,56 cm, seguido de algarrobo con 305,93 cm y palo santo con 265,19 cm; y, finalmente guayacán consiguiendo con 81,33 cm.

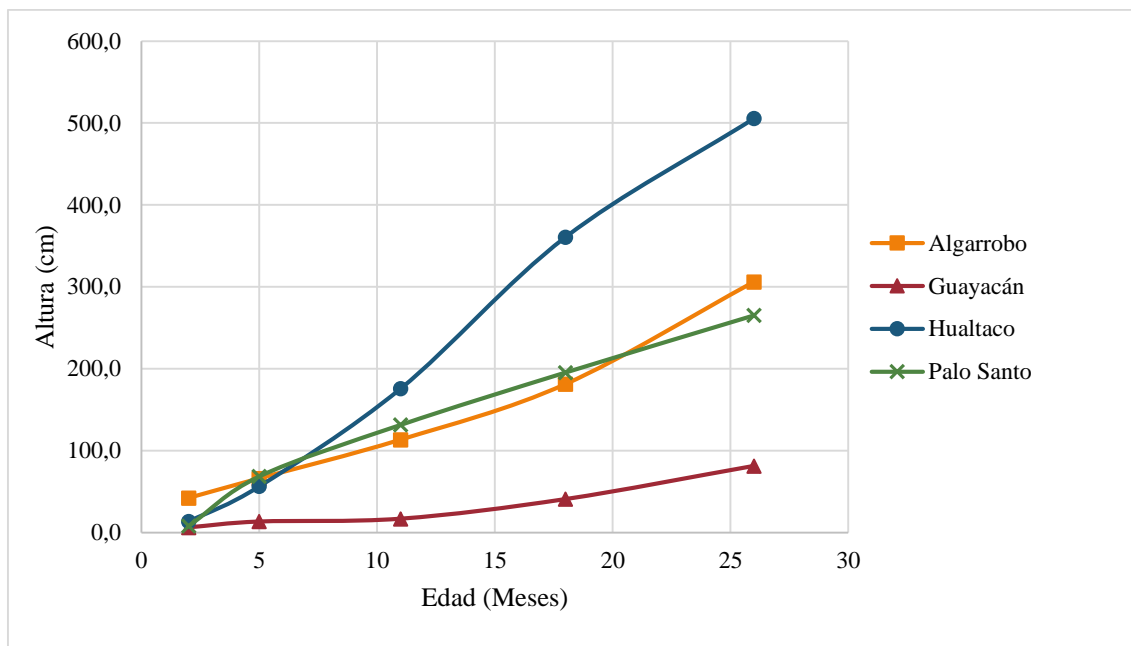


Figura 4. Curva de crecimiento en altura de las cuatro especies forestales desde los dos hasta los 26 meses de edad.

#### 4.1.3. Análisis estadístico a los 26 meses de edad.

##### 4.1.3.1. Variable diámetro basal (cm)

En el Cuadro 9, se observa que, la tabla de distribución F con un nivel de significancia del 0,05, con 3 y 104 grados de libertad, requiere un valor igual o mayor a 102,76 para poder rechazar  $H_0$ . Como en efecto se obtuvo 2,69, existe una diferencia significativa en el crecimiento en diámetro basal (cm) entre especies forestales.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de las cuatro especies forestales.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Especies	1136,01	3	378,67	102,76	2,69	<0,0001
Error	383,24	104	3,68			
<b>Total</b>	<b>1519,25</b>	<b>107</b>				
Coeficiente de variación:			34,08			

La prueba de significación de Tukey al 5% (Cuadro 10) para el diámetro basal de las cuatro especies forestales, muestra tres rangos de significación: el rango A lo ocupa hualtaco con una media de 10,77 cm; en el rango B se encuentran algarrobo con 5,21 cm y palo santo con 4,76 cm; y, en el rango C se encuentra guayacán con un diámetro basal promedio de 1,79 cm (Anexo 2). Esta diferencia en diámetro basal entre las especies

(Figura 5), es una obvia respuesta de las especies debido a sus características genotípicas y fenotípicas diferentes.

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 5% para las medias de variable diámetro basal (cm) de las cuatro especies forestales.

Especie	Medias	n	Std. Dev	E.E.	Rangos
Hualtaco	10,77	27	1,81		A
Palo santo	5,21	27	1,51	0,37	B
Algarrobo	4,76	27	1,46		B
Guayacán	1,79	27	2,66		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

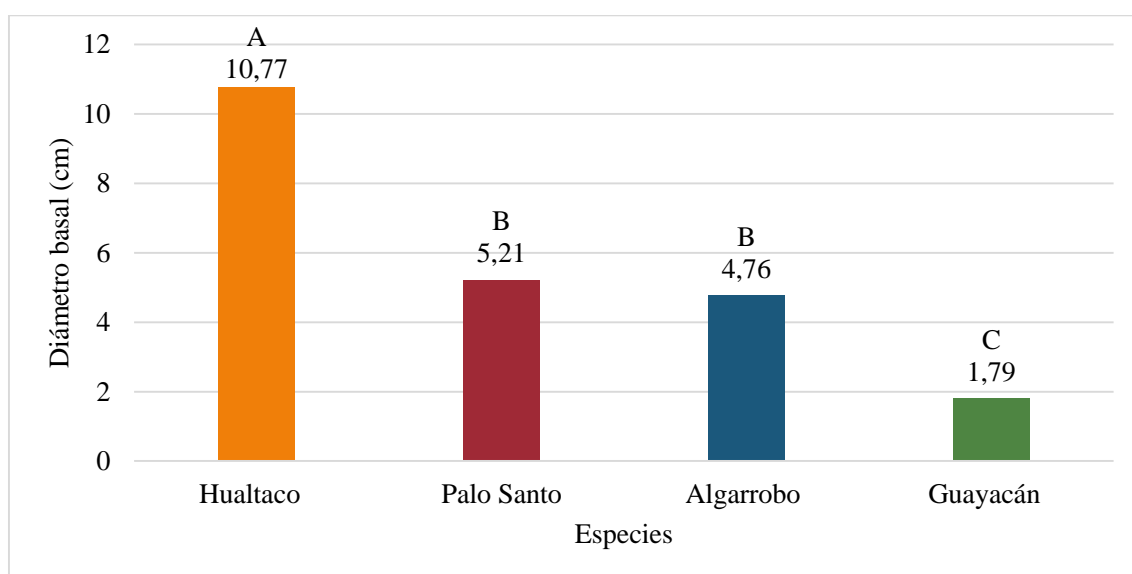


Figura 5. Diámetro basal promedio y rangos de significación de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad.

#### 4.1.3.2. Variable altura total (cm)

En el Cuadro 11, se observa que, en la tabla de distribución F con un nivel de significancia del 0,05, con 3 y 104 grados de libertad, se requiere un valor igual o mayor a 73,37 para poder rechazar  $H_0$ . Como en efecto se obtuvo 2,69, existe una diferencia significativa en el crecimiento en altura (cm) entre especies forestales.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de las cuatro especies forestales.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Especie	2453608,41	3	817869,47	73,37	2,69	<0,0001
Error	1159282,59	104	11146,95			
<b>Total</b>	<b>3612891</b>	<b>107</b>				
Coeficiente de variación:			36,47			

La prueba de significación de Tukey al 5% (Cuadro 12) para la variable altura de las cuatro especies forestales, muestra tres rangos de significación: el rango A lo ocupa hualtaco con una media de 505,36 cm; en el rango B se encuentran algarrobo con 305,93 cm y palo santo con 265,19 cm; y, en el rango C se encuentra guayacán con una altura promedio de 81,33 cm (Anexo 2). Esta diferencia en altura entre las especies (Figura 6), es una obvia respuesta de las especies debido a sus características genotípicas y fenotípicas diferentes.

Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de las cuatro especies forestales.

Especie	Medias	n	Std. Dev	E.E.	Rangos
Hualtaco	505,56	27	99,74		A
Algarrobo	305,93	27	92,36	20,32	B
Palo santo	265,19	27	103,50		B
Guayacán	81,33	27	124,08		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

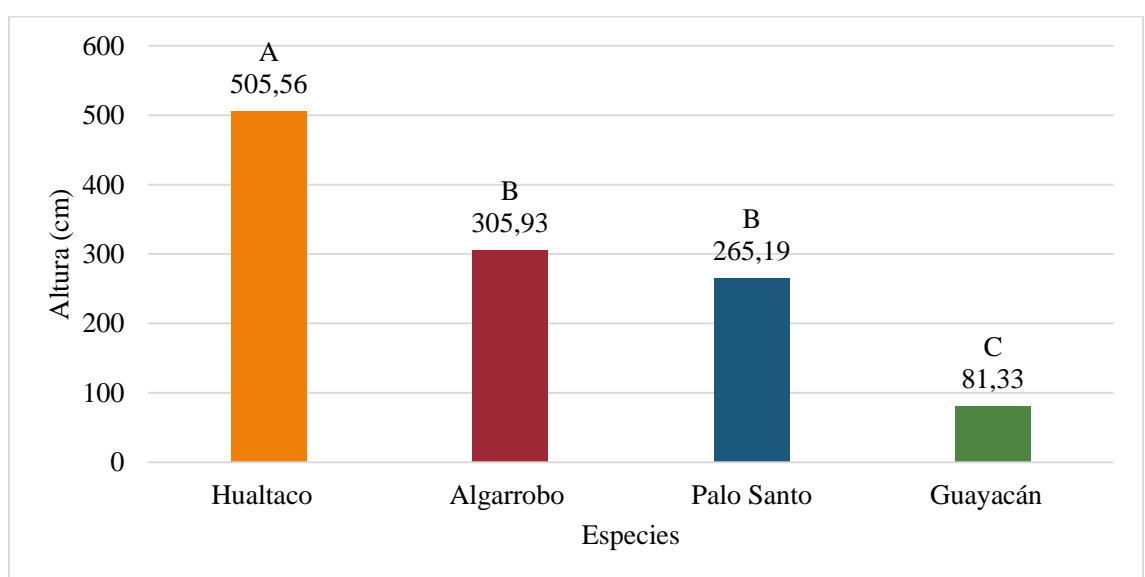


Figura 6. Altura promedio y rangos de significación de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad.

#### 4.1.4. Estado sanitario

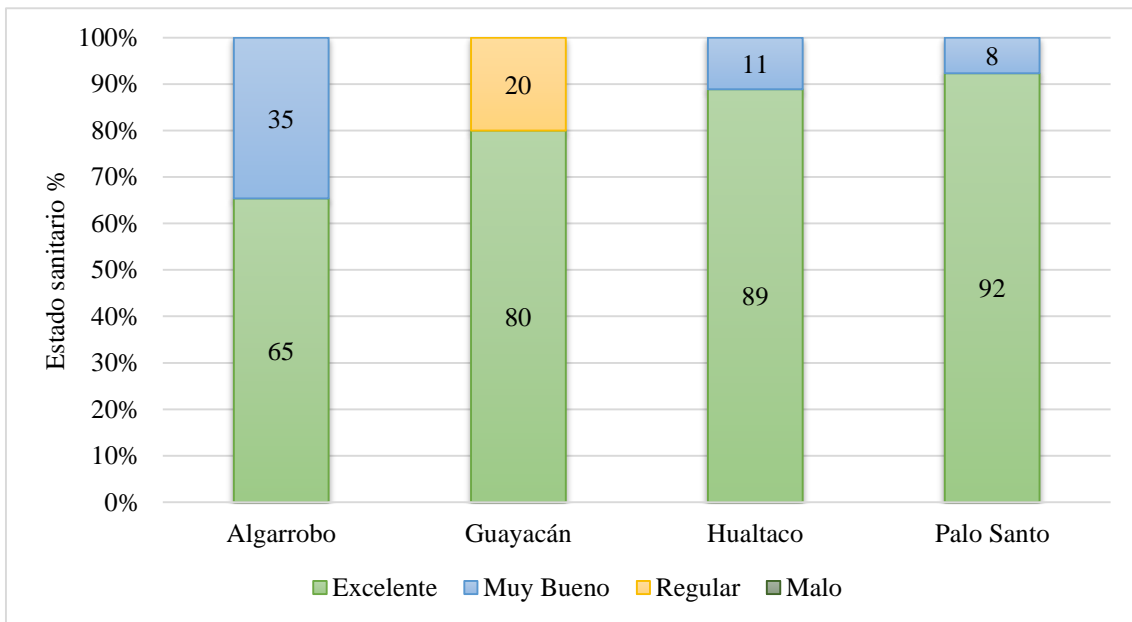


Figura 7. Estado sanitario de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad.

En la Figura 7, se observa que a los 26 meses de edad las cuatro especies forestales lograron un excelente estado sanitario, siendo palo santo la especie que obtuvo el 92% de árboles con excelente estado sanitario, seguido de hualtaco con el 89% y guayacán 80%; mientras que, algarrobo apenas obtuvo un 65% y un 35% de árboles con estado sanitario muy bueno.

#### 4.1.5. Estado del ápice

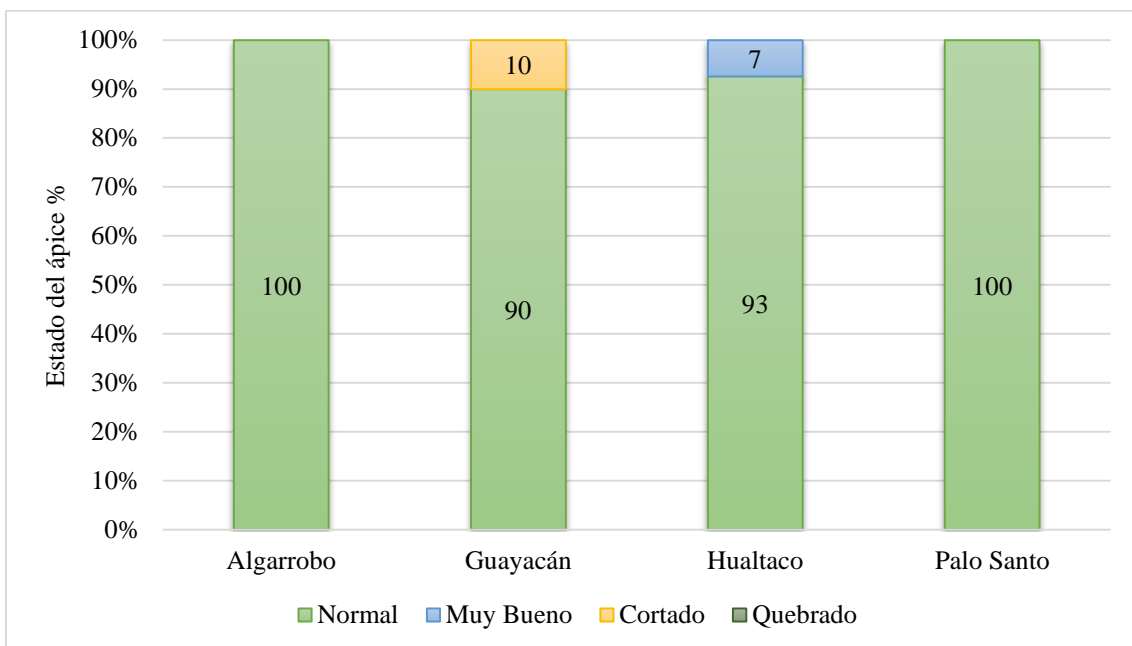


Figura 8. Estado del ápice de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad.



En la Figura 8, se observa que a los 26 meses de edad las cuatro especies forestales obtuvieron altos porcentajes de estado de ápice normal, siendo algarrobo y palo santo las especies que obtuvieron el 100% de árboles con ápice normal, seguido de hualtaco con el 93% y un 7% de árboles con ápice muy bueno; mientras que, guayacán obtuvo el 90% de árboles con ápice normal y un 10% de árboles con ápice cortado.

#### 4.1.6. Desarrollo del Fuste (Torcido)

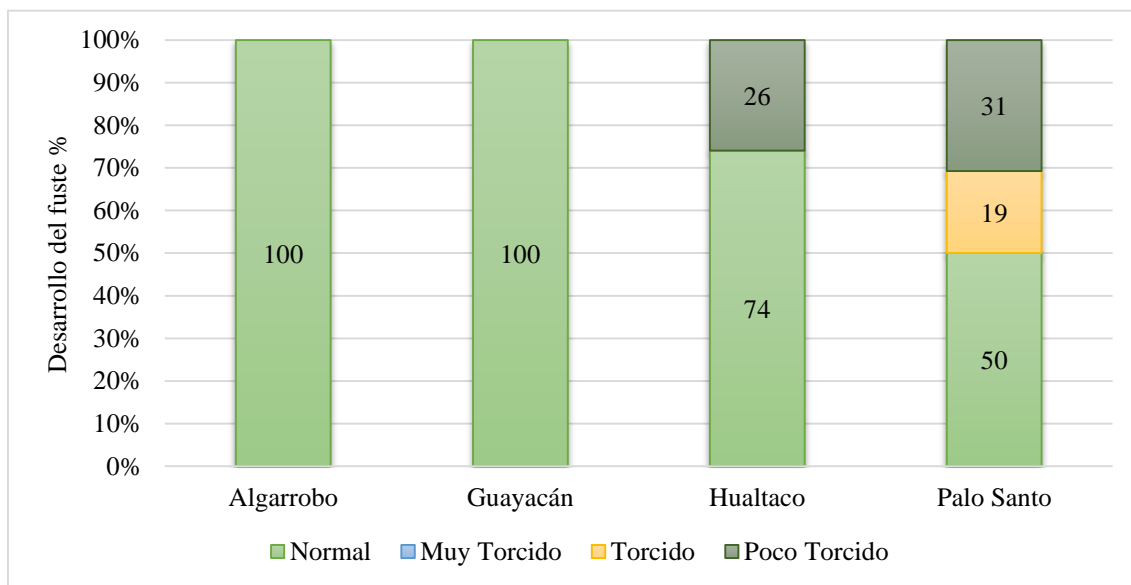


Figura 9. Desarrollo del fuste (Torcido) de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad.

Como se observa en la Figura 9, los árboles de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad mantienen un desarrollo del fuste normal y poco torcidos, siendo algarrobo y guayacán las especies que alcanzaron el 100% de árboles con fuste normal, seguido de hualtaco con 74% y un 26% de árboles con fuste poco torcido; mientras tanto, palo santo obtuvo apenas el 50% de árboles con fuste normal, un 31% de árboles con fuste poco torcido y el 19% de árboles con fuste torcido.

## 4.2. EFECTO DE DOS TIPOS DE FERTILIZANTES DE BASE EN EL COMPORTAMIENTO INICIAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE SECO.

### 4.2.1. Algarrobo, *Prosopis* L.

#### 4.2.1.1. Diámetro basal a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento

En el Cuadro 13, se presentan los datos obtenidos de diámetro basal (cm) para cada tratamiento a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad del algarrobo.

Cuadro 13. Valores del diámetro basal (cm) de algarrobo a diferentes edades.

Tratamientos	Diámetro basal (cm) – Algarrobo				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
T1 (Testigo)	0,44	0,54	1,00	2,40	4,32
T2 (Humus)	0,47	0,74	1,53	3,39	5,15
T3 (Humus + Abono completo)	0,47	1,00	1,70	3,52	4,82
<b>Promedio</b>	<b>0,46</b>	<b>0,76</b>	<b>1,41</b>	<b>3,10</b>	<b>4,76</b>

En la Figura 10, se observa los incrementos en diámetro basal de los tres tratamientos desde el establecimiento del algarrobo. Se puede visualizar la diferencia de diámetro basal entre el testigo T1 y el tratamiento T2, alcanzando el mayor crecimiento en diámetro basal con 5,15 cm.

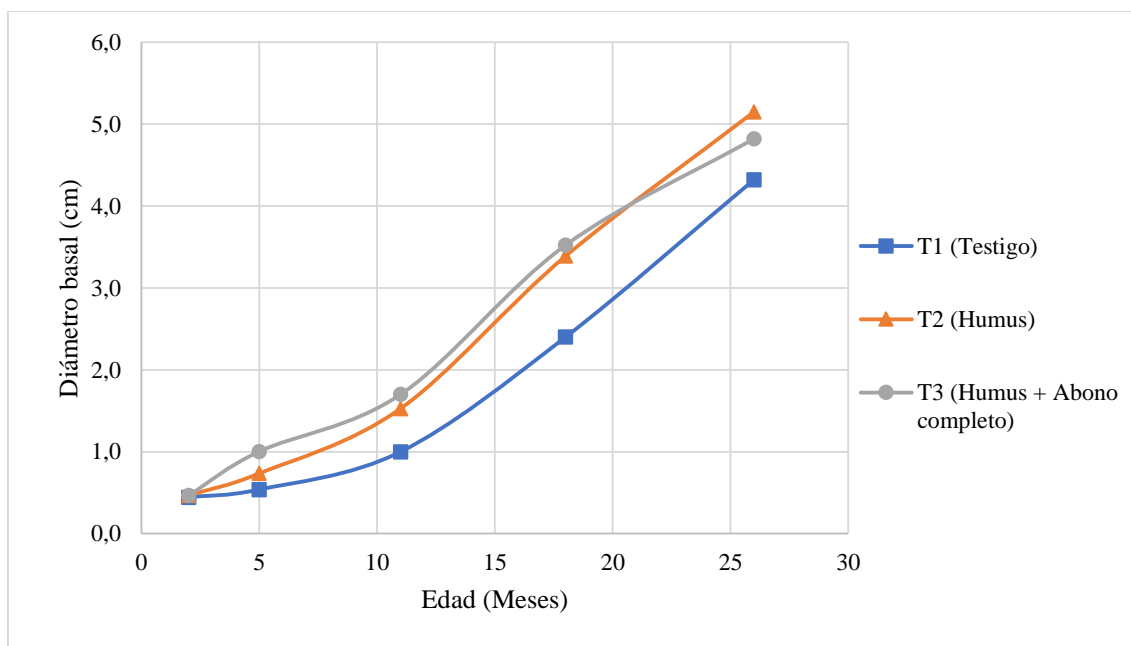


Figura 10. Curva de crecimiento en diámetro basal de algarrobo desde los dos hasta los 26 meses de edad.

#### 4.2.1.2. Altura a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento

En el Cuadro 14, se presentan los datos obtenidos de altura (cm) de algarrobo, para cada tratamiento a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad.

Cuadro 14. Valores de la altura (cm) de algarrobo a diferentes edades.

Tratamientos	Altura (cm) - Algarrobo				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
T1 (Testigo)	43,78	57,11	87,44	153,11	258,44
T2 (Humus)	45,56	64,22	101,00	204,11	339,67
T3 (Humus + Abono completo)	37,11	76,89	151,44	186,11	319,67
<b>Promedio</b>	<b>42,15</b>	<b>66,07</b>	<b>113,30</b>	<b>181,11</b>	<b>305,93</b>

En la Figura 11, se muestra el incremento de altura de los tratamientos de las plantas de algarrobo desde su establecimiento. Se puede visualizar la diferencia de altura entre el testigo T1 y el tratamiento T2, logrando el mayor crecimiento en altura con 339,67 cm.

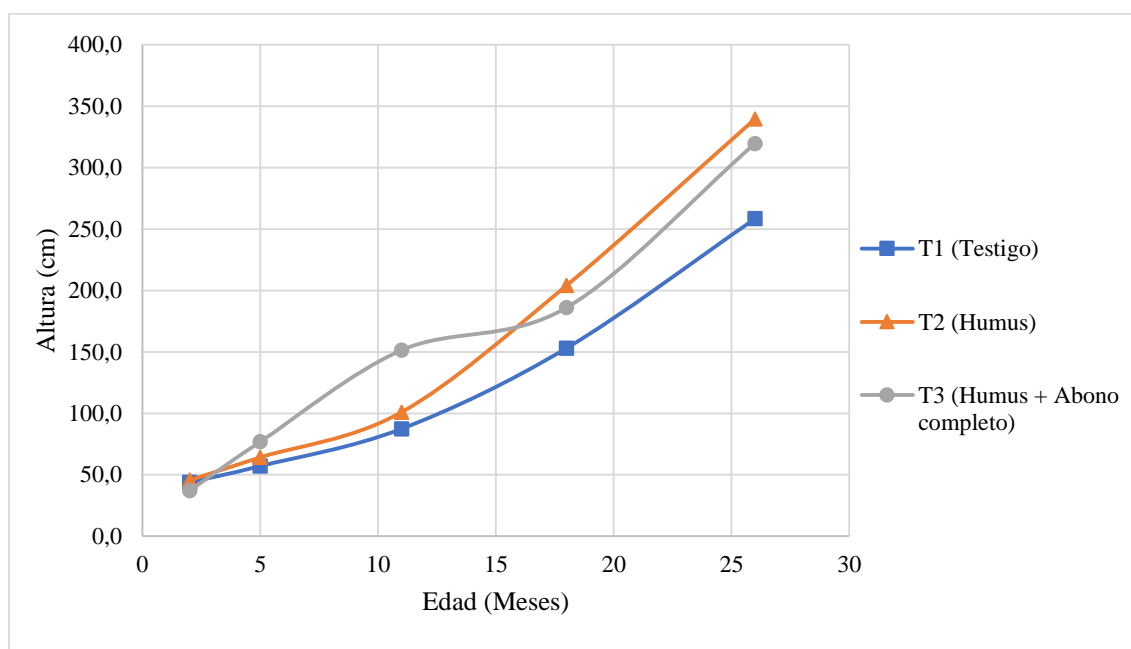


Figura 11. Curva de crecimiento en altura de algarrobo desde los dos hasta los 26 meses de edad.

#### 4.2.1.3. Análisis estadístico a los 26 meses

##### 4.2.1.3.1. Variable diámetro basal

En el Cuadro 15, se observa que, de acuerdo al análisis de varianza para medias de diámetro basal, no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de algarrobo.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Repetición	5,22	2	2,61	1,21	3,44	0,3159
Tratamiento	3,13	2	1,56	0,73	3,44	0,4941
Error	47,26	22	2,15			
<b>Total</b>	<b>55,6</b>	<b>26</b>				
Coeficiente de variación:				30,76		

La prueba de significación de Tukey al 5% para el diámetro basal medio de algarrobo (Cuadro 16), no arrojó rangos de significación; sin embargo, el T2 alcanzó el mayor crecimiento en diámetro basal con 5,15 cm, seguido del T3 con 4,82 cm y el T1 el menor diámetro basal con 4,32 cm.

Cuadro 16. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable diámetro basal (cm) de algarrobo.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rangos
T1 (Testigo)	4,32	9	0,49	A
T2 (Humus)	5,15	9	0,49	A
T3 (Humus + Abono completo)	4,82	9	0,49	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

##### 4.2.1.3.2. Variable altura

En el Cuadro 17, se observa que, de acuerdo al análisis de varianza para medias de altura, no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de algarrobo.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Repetición	19738,74	2	9869,37	1,28	3,44	0,2983
Tratamiento	32235,63	2	16117,81	2,09	3,44	0,1478
Error	169823,48	22	7719,25			
<b>Total</b>	<b>221797,85</b>	<b>26</b>				
Coeficiente de variación:				28,72		

La prueba de significación de Tukey al 5% para la altura media de algarrobo (Cuadro 18), no arrojó rangos de significación; no obstante, el T2 alcanzó mayor la altura con 339,67 cm, seguido del T3 con 319,67 cm y el T1 la menor altura con 258,44 cm.

Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de algarrobo.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rangos
T1 (Testigo)	258,44	9	29,29	A
T2 (Humus)	339,67	9	29,29	A
T3 (Humus + Abono completo)	319,67	9	29,29	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.1.4. Estado sanitario

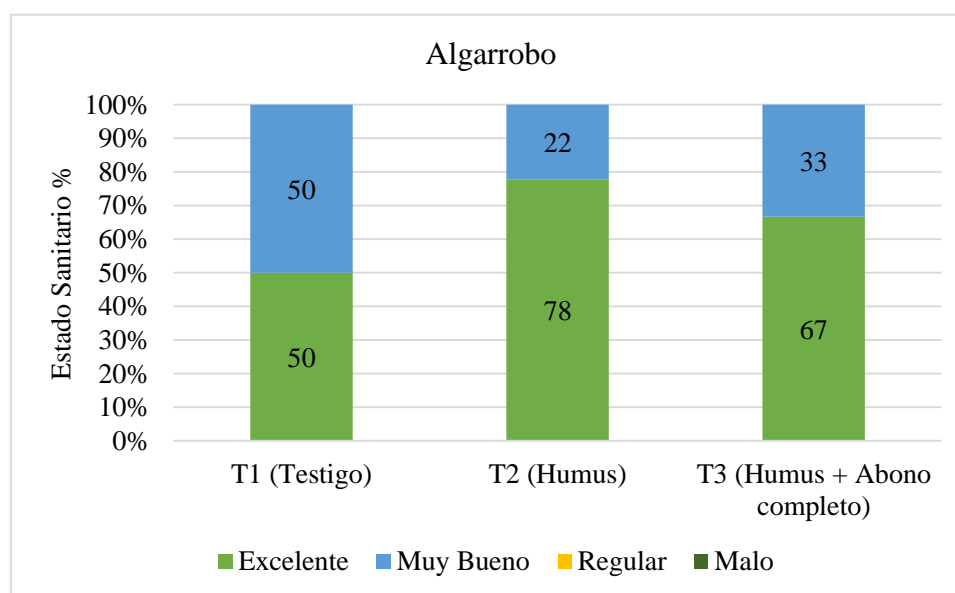


Figura 12. Estado sanitario de las plantas de algarrobo a los 26 meses de edad.

Los árboles de algarrobo lograron un estado sanitario de excelente y muy bueno (Figura 12) en los tres tratamientos. En la categoría de excelente, el T2 presentó el 78% de plantas con excelente estado sanitario, seguido por el T3 con 67%; mientras que, el T1 disminuyó el porcentaje a un 50% de plantas con excelente estado sanitario. En la categoría de muy bueno, el T2 presentó un 22% de plantas con muy buen estado sanitario, seguido por el T3 con un 33%; mientras que, el T1 aumentó el porcentaje a un 50% de plantas con muy buen estado sanitario. Las categorías de regular y malo no se visualizaron en esta especie.

#### 4.2.1.5. Estado del ápice

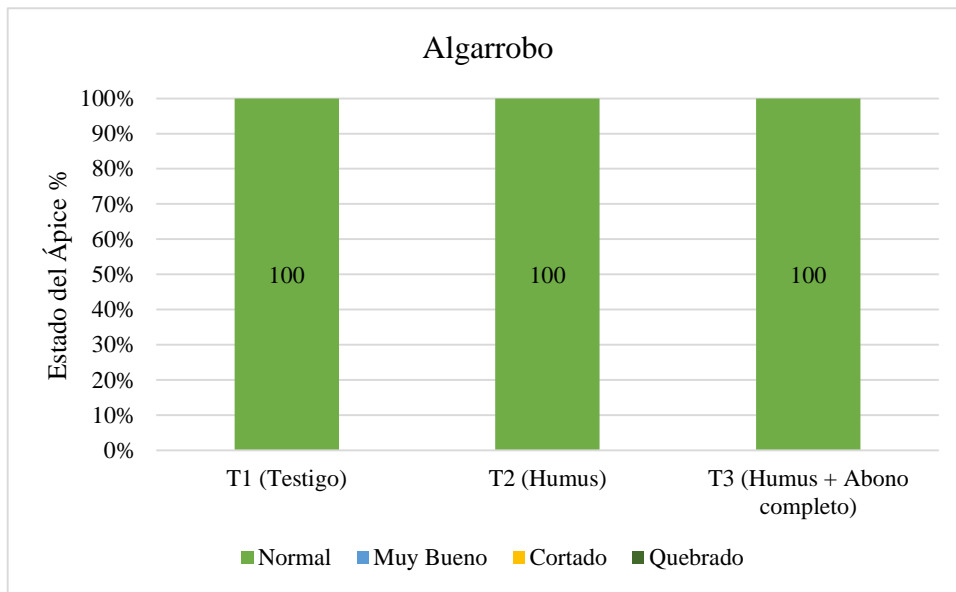


Figura 13. Estado del ápice de las plantas de algarrobo a los 26 meses de edad.

Algarrobo, presentó un estado de ápice normal (Figura 13) en los tres tratamientos (T1, T2, T3) con porcentajes del 100%.

#### 4.2.1.6. Desarrollo del fuste (torcido)

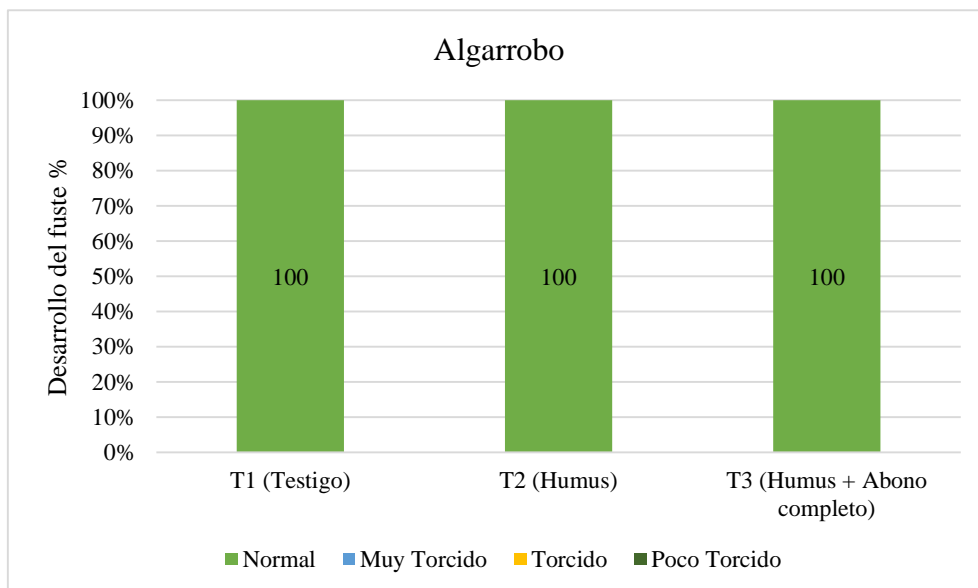


Figura 14. Desarrollo del fuste (Torcido) de las plantas de algarrobo a los 26 meses de edad.

Como se observa en la Figura 14, los árboles de algarrobo mantienen un desarrollo del tallo normal, este desarrollo es igual (100%) para los tres tratamientos.

#### 4.2.2. Guayacán, *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose.

##### 4.2.2.1. Diámetro basal a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento

En el Cuadro 19, se presentan los datos obtenidos de diámetro basal (cm) de guayacán para cada tratamiento a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad.

Cuadro 19. Valores del diámetro basal (cm) de guayacán a diferentes edades.

Tratamientos	Diámetro basal (cm) - Guayacán				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
T1 (Testigo)	0,30	0,42	0,39	1,39	2,30
T2 (Humus)	0,31	0,46	0,36	0,82	1,57
T3 (Humus + Abono completo)	0,28	0,40	0,53	0,94	1,49
<b>Promedio</b>	<b>0,30</b>	<b>0,42</b>	<b>0,43</b>	<b>1,05</b>	<b>1,79</b>

En la Figura 15, se observa los incrementos en diámetro basal de los tres tratamientos desde el establecimiento de guayacán. Se puede visualizar la diferencia de diámetro basal entre los tratamientos (T2 y T3) y el testigo (T1), el cual con 2,30 cm alcanzó el mayor crecimiento en diámetro basal.

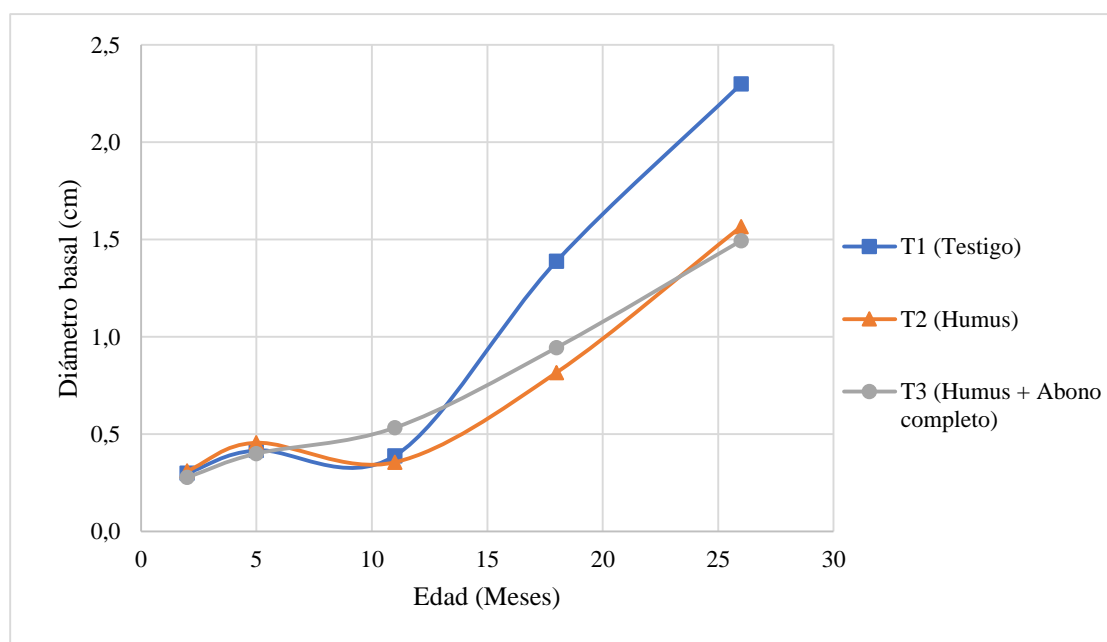


Figura 15. Curva de crecimiento en diámetro basal de guayacán desde los dos hasta los 26 meses de edad.

#### 4.2.2.2. Altura a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento

En el Cuadro 20, se presentan los datos obtenidos de altura (cm) de guayacán para cada tratamiento a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad.

Cuadro 20. Valores de la Altura (cm) de guayacán a diferentes edades.

Tratamientos	Altura (cm) - Guayacán				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
T1 (Testigo)	7,11	12,11	14,56	48,44	101,44
T2 (Humus)	7,11	14,00	16,00	36,33	72,44
T3 (Humus + Abono completo)	4,56	14,06	20,00	37,67	70,11
<b>Promedio</b>	<b>6,26</b>	<b>13,39</b>	<b>16,85</b>	<b>40,81</b>	<b>81,33</b>

En la Figura 16, se muestra el incremento de altura de cada uno de los tratamientos de las plantas de guayacán desde su establecimiento. Se puede visualizar la diferencia de altura entre los tratamientos (T2 y T3) y el testigo (T1), el cual con 101,44 cm alcanzó el mayor crecimiento en altura.

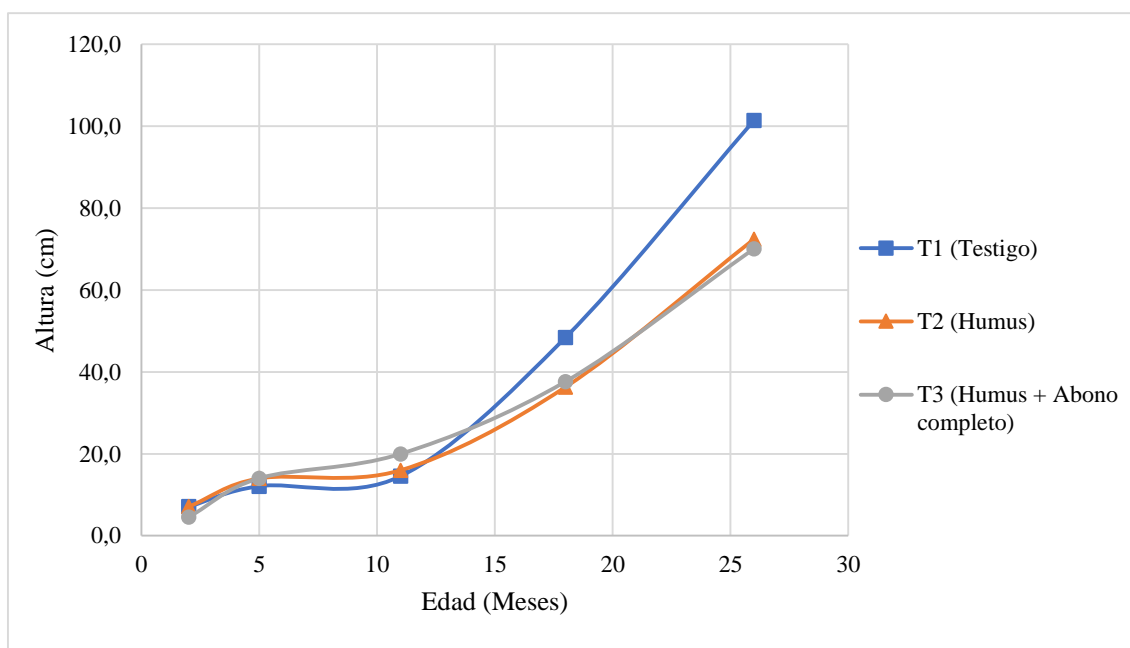


Figura 16. Curva de crecimiento en altura de guayacán desde los dos hasta los 26 meses de edad.



### 4.2.2.3. Análisis estadístico a los 26 meses

#### 4.2.2.3.1. Variable diámetro basal

En el Cuadro 21, se observa que, de acuerdo al análisis de varianza para medias de diámetro basal en guayacán, no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de guayacán.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Repetición	8,11	2	4,05	0,52	3,44	0,6027
Tratamiento	3,58	2	1,79	0,23	3,44	0,7975
Error	172,08	22	7,82			
<b>Total</b>	<b>183,76</b>	<b>26</b>				
Coeficiente de variación:				156,5		

La prueba de significación de Tukey al 5% para el diámetro basal medio de guayacán (Cuadro 22), no arrojó rangos de significación; sin embargo, el T1 alcanzó el mayor diámetro basal con 2,3 cm, seguido del T2 con 1,57 cm y el menor diámetro el T3 con 1,49 cm.

Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable diámetro basal (cm) de guayacán.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rangos
T1 (Testigo)	2,3	9	0,93	A
T2 (Humus)	1,57	9	0,93	A
T3 (Humus + Abono completo)	1,49	9	0,93	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.2.3.2. Variable altura

En el Cuadro 23, se observa que, de acuerdo al análisis de varianza para medias de altura, no existen diferencias significativas estadísticas entre tratamientos.

Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de guayacán.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Repetición	11627,56	2	5813,78	0,33	3,44	0,7198
Tratamiento	5484,67	2	2742,33	0,16	3,44	0,8553
Error	383201,78	22	17418,26			
<b>Total</b>	<b>400314</b>	<b>26</b>				
Coeficiente de variación:			162,27			

La prueba de significación de Tukey al 5% para la altura media de guayacán (Cuadro 24), no arrojó rangos de significación; no obstante, el T1 alcanzó la mayor altura con 101,44 cm, seguido del T2 con 72,44 cm y el T3 la menor altura con 70,11 cm.

Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de guayacán.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rangos
T1 (Testigo)	101,44	9	43,99	A
T2 (Humus)	72,44	9	43,99	A
T3 (Humus + Abono completo)	70,11	9	43,99	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.2.4. Estado sanitario

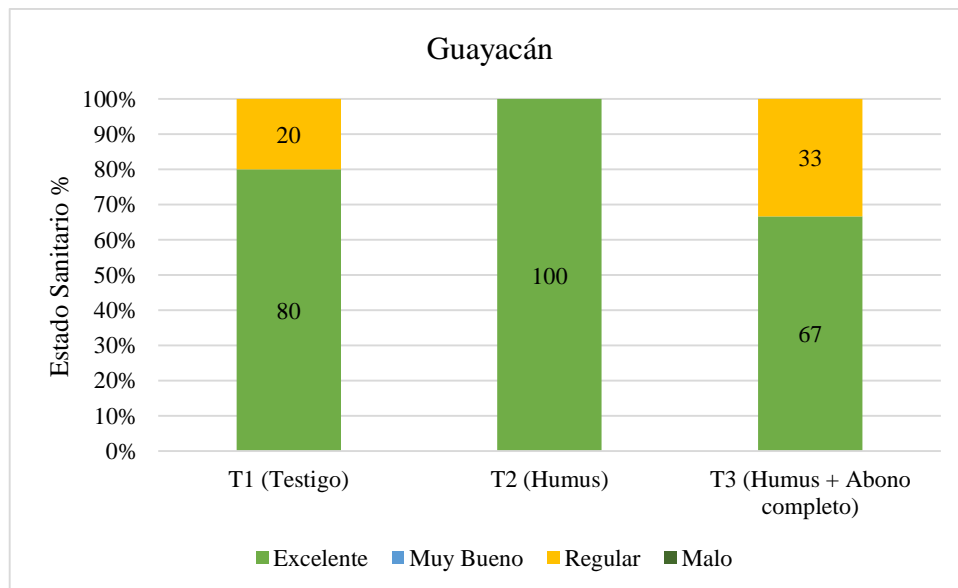


Figura 17. Estado sanitario de las plantas de guayacán a los 26 meses de edad.

Las plantas de guayacán, obtuvieron un regular y excelente estado sanitario en los tres tratamientos (Figura 17). En la categoría excelente, el T2 presentó el 100% de plantas con excelente estado sanitario, seguido por el T1 con 80%; mientras que, el T3 disminuyó el porcentaje a un 67%. En la categoría regular, el T2 presentó un 20% de plantas con regular

estado sanitario; sin embargo, el T3 aumentó el porcentaje a un 33%. Las categorías muy bueno y malo no se pudieron apreciar en esta especie.

#### 4.2.2.5. Estado del ápice

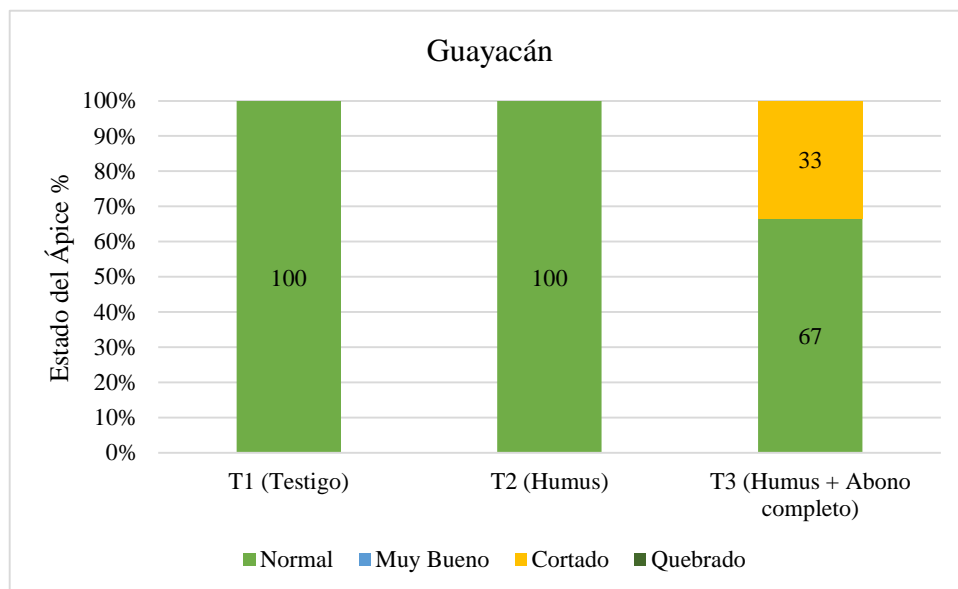


Figura 18. Estado del ápice de las plantas de guayacán a los 26 meses de edad.

Guayacán, presentó un estado de ápice normal (Figura 18) en los tres tratamientos: T1 y T2 con el 100%; y, T3 con 67 %. Sin embargo, el 33% del T3 está dentro de la categoría de cortado.

#### 4.2.2.6. Desarrollo del fuste (torcido)

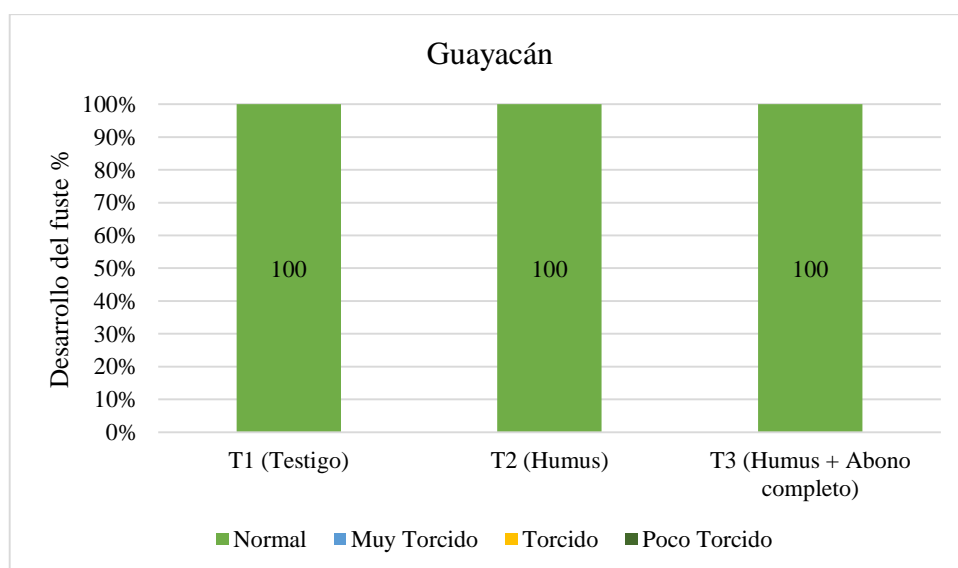


Figura 19. Desarrollo del fuste (torcido) de las plantas de guayacán a los 26 meses de edad.

Como se observa en la Figura 19, las plantas de guayacán mantienen un desarrollo del fuste normal, este desarrollo es igual (100%) para los tres tratamientos.

#### 4.2.3. Hualtaco, *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl

##### 4.2.3.1. Diámetro basal a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento

En el Cuadro 25, se presentan los datos obtenidos de diámetro basal (cm) de hualtaco para cada tratamiento a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad.

Cuadro 25. Valores del diámetro basal (cm) de hualtaco a diferentes edades.

Tratamientos	Diámetro basal (cm) - Hualtaco				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
T1 (Testigo)	0,52	1,78	4,07	7,74	10,10
T2 (Humus)	0,79	1,98	5,01	8,88	11,48
T3 (Humus + Abono completo)	0,67	1,72	4,15	7,82	10,72
<b>Promedio</b>	<b>0,66</b>	<b>1,82</b>	<b>4,41</b>	<b>8,15</b>	<b>10,77</b>

En la Figura 20, se observa los incrementos en diámetro basal de los tres tratamientos desde el establecimiento de hualtaco. Se puede visualizar la similitud de diámetro basal entre los tratamientos (T1, T2 y T3); sin embargo, el T2 con 11,48 cm alcanzó el mayor crecimiento en diámetro basal entre tratamientos.

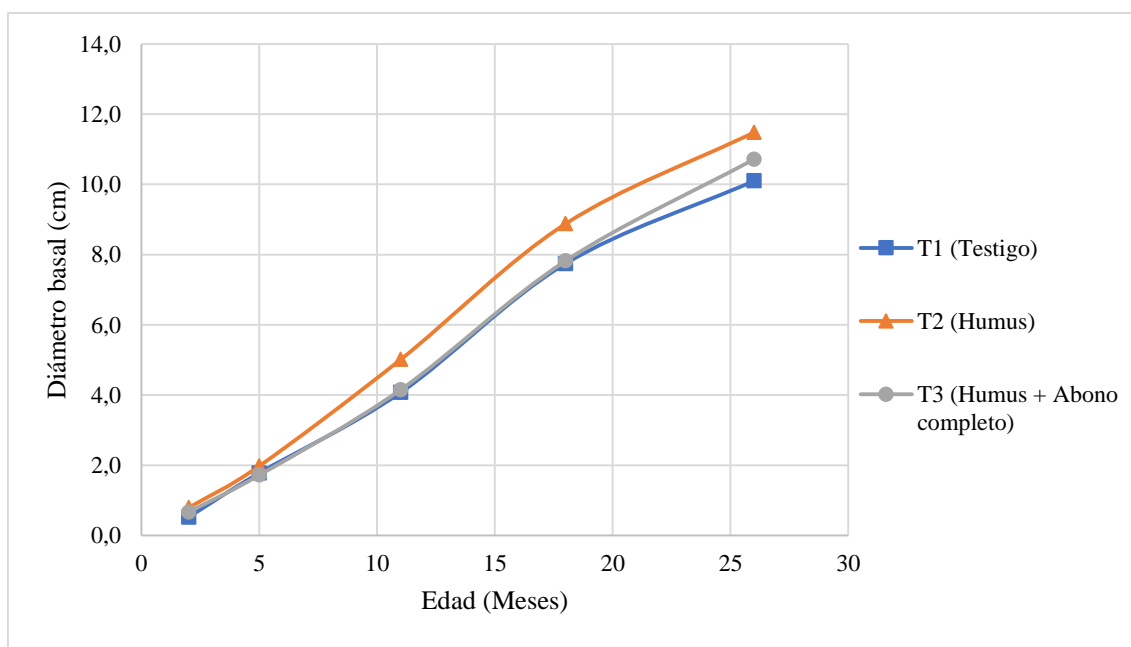


Figura 20. Curva de crecimiento en diámetro basal de hualtaco desde los dos hasta los 26 meses de edad.

#### 4.2.3.2. Altura a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento

En el Cuadro 26, se presentan los datos obtenidos de altura (cm) de hualtaco a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad para cada tratamiento.

Cuadro 26. Valores de altura (cm) de hualtaco a diferentes edades.

Tratamientos	Altura (cm) - Hualtaco				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
T1 (Testigo)	11,89	59,78	147,89	324,44	455,33
T2 (Humus)	15,89	57,89	199,44	400,00	535,33
T3 (Humus + Abono completo)	12,67	51,67	180,00	357,78	526,00
<b>Promedio</b>	<b>13,48</b>	<b>56,44</b>	<b>175,78</b>	<b>360,74</b>	<b>505,56</b>

En la Figura 21, se muestra el incremento de altura de las plantas de hualtaco desde su establecimiento. Se puede visualizar la diferencia de altura entre los tratamientos (T2 y T3) y el testigo (T1), el cual con 455,33 cm alcanzó el menor crecimiento en altura. No obstante, el T3 con 535,33 cm alcanzó el mayor crecimiento en altura entre tratamientos.

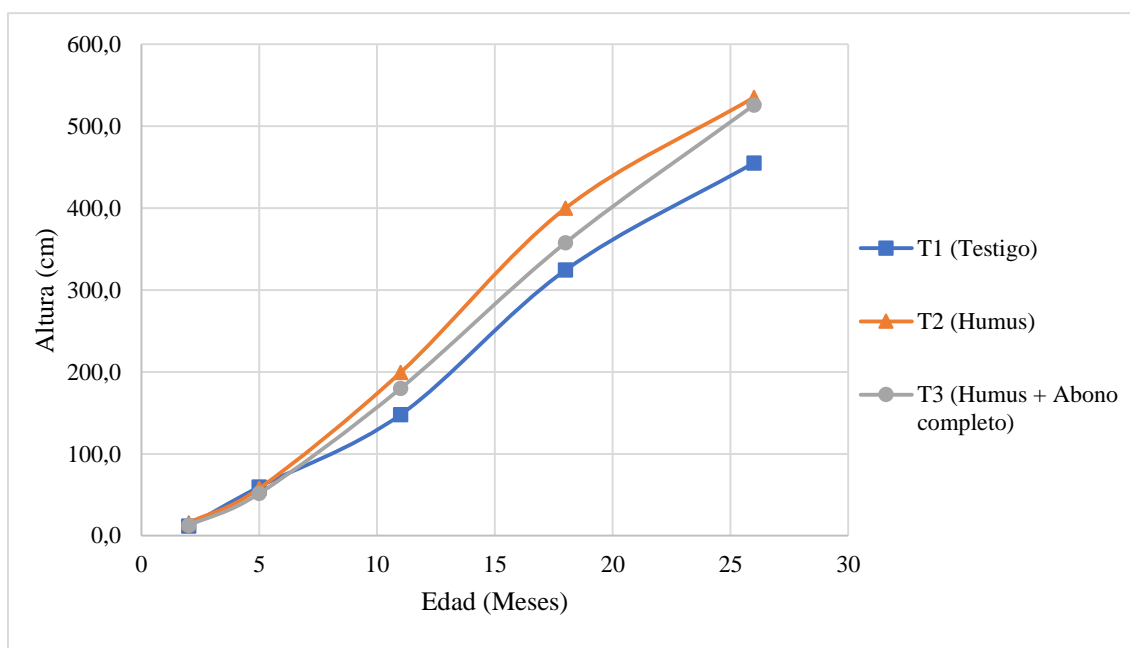


Figura 21. Curva de crecimiento en altura de hualtaco desde los dos hasta los 26 meses de edad.

### 4.2.3.3. Análisis estadístico a los 26 meses de edad

#### 4.2.3.3.1. Variable diámetro basal

En el Cuadro 27, se observa que, de acuerdo al análisis de varianza para medias de diámetro basal en hualtaco, no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 27. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de hualtaco.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Repetición	17,1	2	8,55	3,19	3,44	0,0609
Tratamiento	8,65	2	4,32	1,61	3,44	0,2224
Error	59,03	22	2,68			
<b>Total</b>	<b>84,78</b>	<b>26</b>				
Coeficiente de variación:				15,21		

La prueba de significación de Tukey al 5% para el diámetro basal medio de hualtaco (Cuadro 28), no arrojó rangos de significación; sin embargo, el T2 con 11,48 cm alcanzó el mayor diámetro basal, seguido del T3 con 10,72 cm y el de menor diámetro es el T1 con 10,1 cm.

Cuadro 28. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable diámetro basal (cm) de hualtaco.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rangos
T1 (Testigo)	10,1	9	0,55	A
T2 (Humus)	11,48	9	0,55	A
T3 (Humus + Abono completo)	10,72	9	0,55	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )				

#### 4.2.3.3.2. Variable altura

En el Cuadro 29, se observa que, de acuerdo al análisis de varianza para medias de altura, no existen diferencias significativas estadísticas entre tratamientos.

Cuadro 29. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de hualtaco.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Repetición	82058,67	2	41029,33	6,35	3,44	0,0067
Tratamiento	34442,67	2	17221,33	2,66	3,44	0,092
Error	142165,33	22	6462,06			
<b>Total</b>	<b>258666,67</b>	<b>26</b>				
Coeficiente de variación:				15,9		

La prueba de significación de Tukey al 5% para la altura media de hualtaco (Cuadro 30), no arrojó rangos de significación; a pesar de eso, el T2 alcanzó el mayor crecimiento en altura con 535,33 cm, seguido del T3 con 526 cm y el T1 la menor altura con 455,33 cm.

Cuadro 30. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de hualtaco.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rangos
T1 (Testigo)	455,33	9	26,8	A
T2 (Humus)	535,33	9	26,8	A
T3 (Humus + Abono completo)	526	9	26,8	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.3.4. Estado sanitario

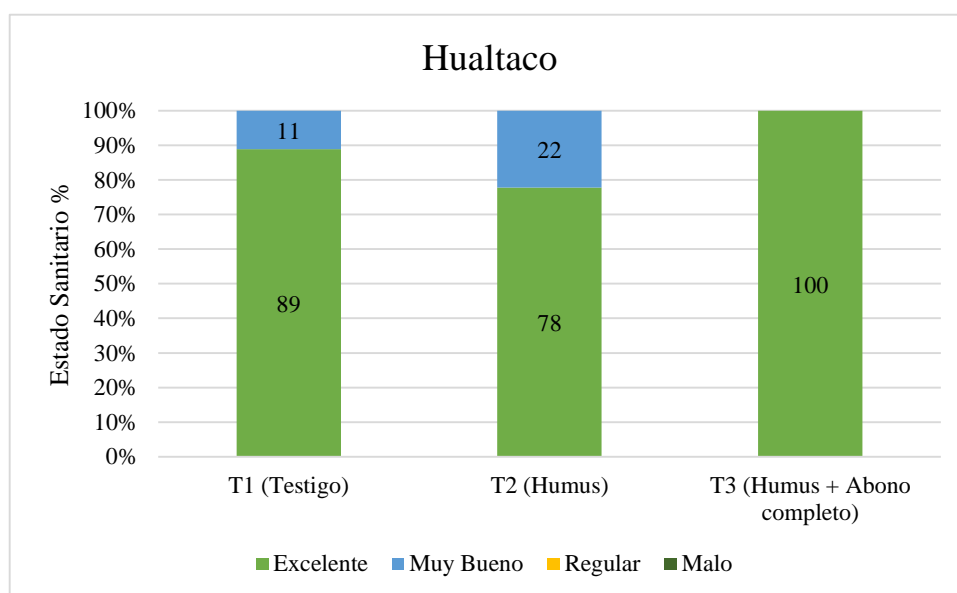


Figura 22. Estado sanitario de las plantas de hualtaco a los 26 meses de edad.

Las plantas de hualtaco, lograron excelente y muy buen estado sanitario en los tres tratamientos (Figura 22). Siendo, el T3 con un 100% el que presentó mayor porcentaje de plantas con estado sanitario excelente, seguido por el T1 con un 89%; mientras que, el T2 disminuyó el porcentaje a un 78%. Por otro lado, en la categoría muy bueno el T1 apenas presentó un 11% de plantas con este estado sanitario; no obstante, el T2 aumentó el porcentaje a un 22%. Las categorías regular y malo no se pudieron visualizar en esta especie.

#### 4.2.3.5. Estado del ápice

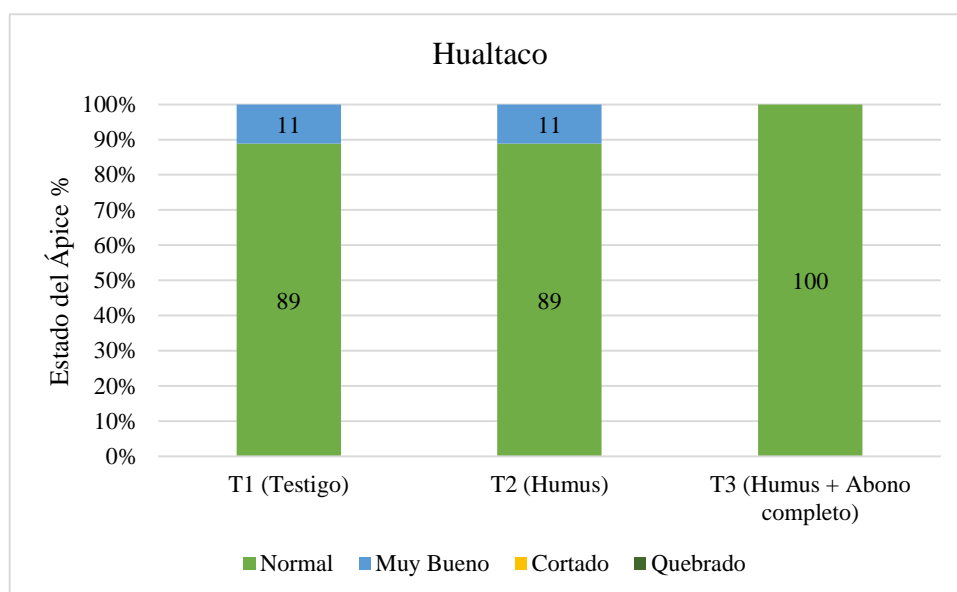


Figura 23. Estado del ápice de las plantas de hualtaco a los 26 meses de edad.

Hualtaco, presentó un estado de ápice normal (Figura 23) en los tres tratamientos: T1 y T2 con el 89%; y, T3 con 100 %. Así mismo, el 11% de los tratamientos T1 y T2 está dentro de la categoría de muy bueno. Las categorías cortado y quebrado no se visualizaron en esta especie.

#### 4.2.3.6. Desarrollo del fuste (torcido)

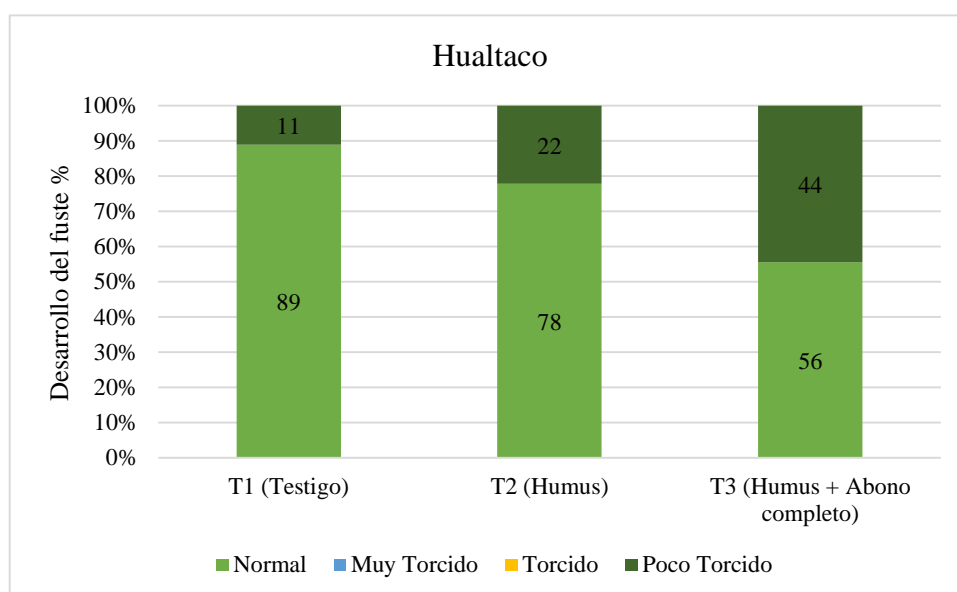


Figura 24. Desarrollo del fuste (torcido) de las plantas de hualtaco a los 26 meses de edad.



Como se observa en la Figura 24, las plantas de hualtaco mantuvieron un desarrollo de fuste normal y poco torcido para los tres tratamientos. En la categoría de fuste normal, el T1 alcanzó un 89% de plantas con fuste normal, seguido del T2 con 78% y el T3 alcanzó un 56%. En la categoría poco torcido, el T1 alcanzó un 11% de plantas con fuste poco torcido, seguido del T2 con 22% y el T3 alcanzó un 44%. Las categorías muy torcido y torcido no se visualizaron en esta especie.

#### 4.2.4. Palo santo, *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch

##### 4.2.4.1. Diámetro basal a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento

En el Cuadro 31, se presentan los datos obtenidos de diámetro basal (cm) de palo santo para cada tratamiento a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad.

Cuadro 31. Valores de diámetro basal (cm) de palo santo a diferentes edades.

Tratamientos	Diámetro basal (cm) - Palo santo				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
T1 (Testigo)	0,78	1,47	2,09	3,79	5,21
T2 (Humus)	0,36	1,68	2,25	3,81	4,49
T3 (Humus + Abono completo)	0,38	1,97	2,72	4,40	5,94
<b>Promedio</b>	<b>0,51</b>	<b>1,70</b>	<b>2,35</b>	<b>4,00</b>	<b>5,21</b>

En la Figura 25, se observa los incrementos en diámetro basal de los tres tratamientos desde el establecimiento de palo santo. Se puede visualizar la diferencia de diámetro basal entre el tratamiento T3 y los tratamientos (T1 y T2); el T3 alcanzó el mayor diámetro basal con 5,94 cm en esta especie.

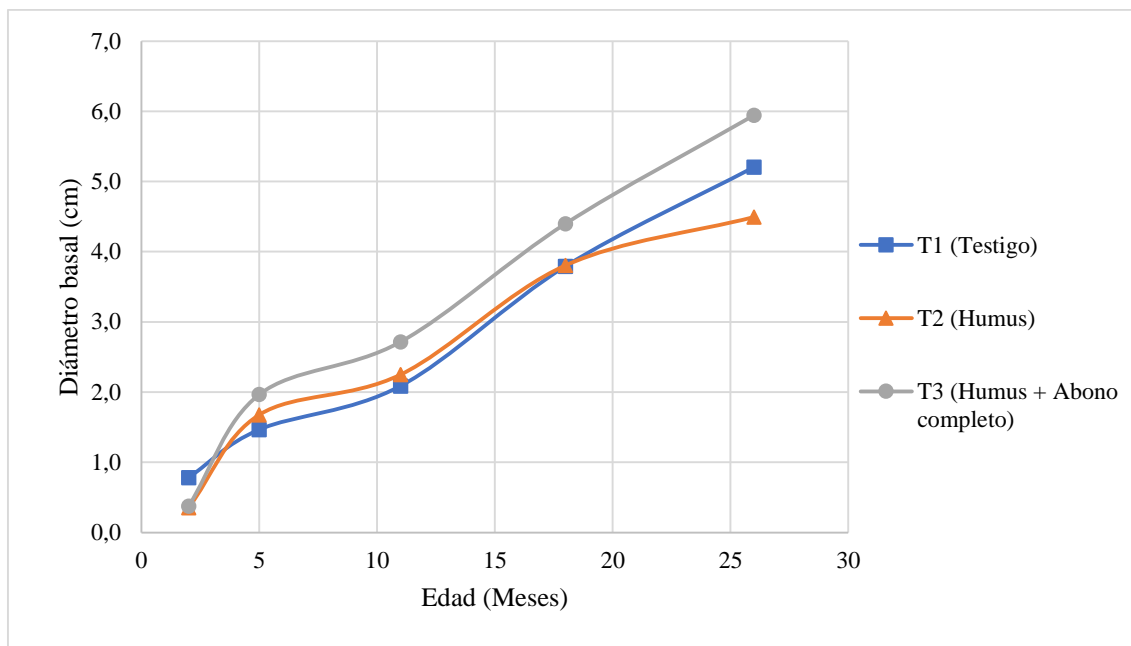


Figura 25. Curva de crecimiento en diámetro basal de palo santo desde los dos hasta los 26 meses de edad.

#### 4.2.4.2. Altura a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses del establecimiento

En el Cuadro 32, se presentan los datos obtenidos de altura (cm) de palo santo a los 2, 5, 11, 18 y 26 meses de edad para cada tratamiento.

Cuadro 32. Valores de altura (cm) de palo santo a diferentes edades.

Tratamientos	Altura (cm) - Palo santo				
	2 meses	5 meses	11 meses	18 meses	26 meses
T1 (Testigo)	11,22	62,78	124,89	175,22	240,89
T2 (Humus)	7,22	52,56	108,11	159,11	227,67
T3 (Humus + Abono completo)	5,56	90,44	161,44	252,00	327,00
<b>Promedio</b>	<b>8,00</b>	<b>68,59</b>	<b>131,48</b>	<b>195,44</b>	<b>265,19</b>

En la Figura 26, se muestra el incremento de altura de las plantas de palo santo de acuerdo a los tratamientos desde su establecimiento. Se puede visualizar la diferencia de altura entre el tratamiento T3 y los tratamientos (T1 y T2); el T3 alcanzó la mayor altura con 327 cm en esta especie.

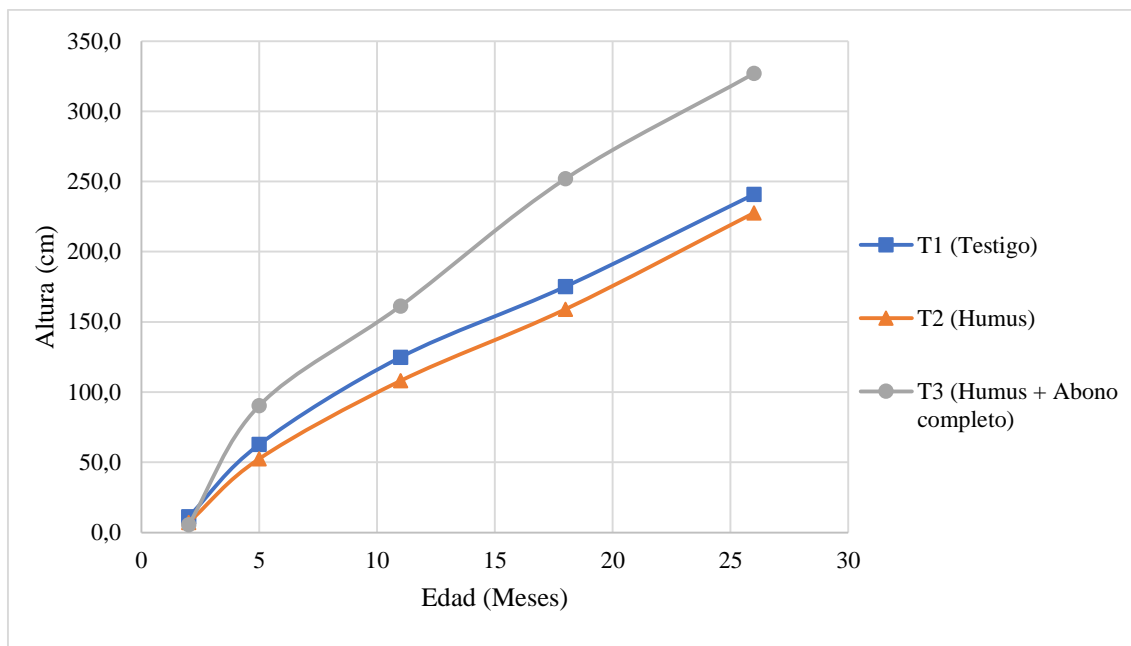


Figura 26. Curva de crecimiento en altura de palo santo desde los dos hasta los 26 meses de edad.

#### 4.2.4.3. Análisis estadístico a los 26 meses

##### 4.2.4.3.1. Variable diámetro basal

En el Cuadro 33, se observa que, de acuerdo al análisis de varianza para medias de diámetro basal de palo santo, no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 33. Análisis de varianza para la variable diámetro basal (cm) de palo santo.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Repetición	5,06	2	2,53	1,25	3,44	0,3063
Tratamiento	9,46	2	4,73	2,34	3,44	0,1203
Error	44,57	22	2,03			
<b>Total</b>	<b>59,09</b>	<b>26</b>				
Coeficiente de variación:				27,29		

La prueba de significación de Tukey al 5% para el diámetro basal medio de palo santo (Cuadro 34), no arrojó rangos de significación; sin embargo, el T3 el que alcanzó mayor diámetro basal con 5,94 cm, seguido del T1 con 5,21 cm y el de menor diámetro el T2 con 4,49 cm.

Cuadro 34. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable diámetro basal (cm) de palo santo.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rangos
T1 (Testigo)	5,21	9	0,47	A
T2 (Humus)	4,49	9	0,47	A
T3 (Humus + Abono completo)	5,94	9	0,47	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.4.3.2. Variable altura

En el Cuadro 35, se observa que, de acuerdo al análisis de varianza para medias de altura de palo santo, no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 35. Análisis de varianza para la variable altura (cm) de palo santo.

Fuente de variación	26 meses					
	SC	GL	CM	F Cal.	F Tab.	p-valor
Repetición	15418,3	2	7709,15	0,8	3,44	0,4599
Tratamiento	52371,19	2	26185,59	2,73	3,44	0,087
Error	210714,59	22	9577,94			
<b>Total</b>	<b>278504,07</b>	<b>26</b>				

Coefficiente de variación: 36,91

La prueba de significación de Tukey al 5% para la altura media de palo santo (Cuadro 36), no arrojó rangos de significación; no obstante, el T3 logró la mayor altura con 327 cm, seguido del T1 con 240,89 cm y la menor altura alcanzó el T2 con 227,67 cm.

Cuadro 36. Prueba de Tukey al 5% para las medias de la variable altura (cm) de palo santo.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rangos
T1 (Testigo)	240,89	9	32,62	A
T2 (Humus)	227,67	9	32,62	A
T3 (Humus + Abono completo)	327	9	32,62	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.4.4. Estado sanitario

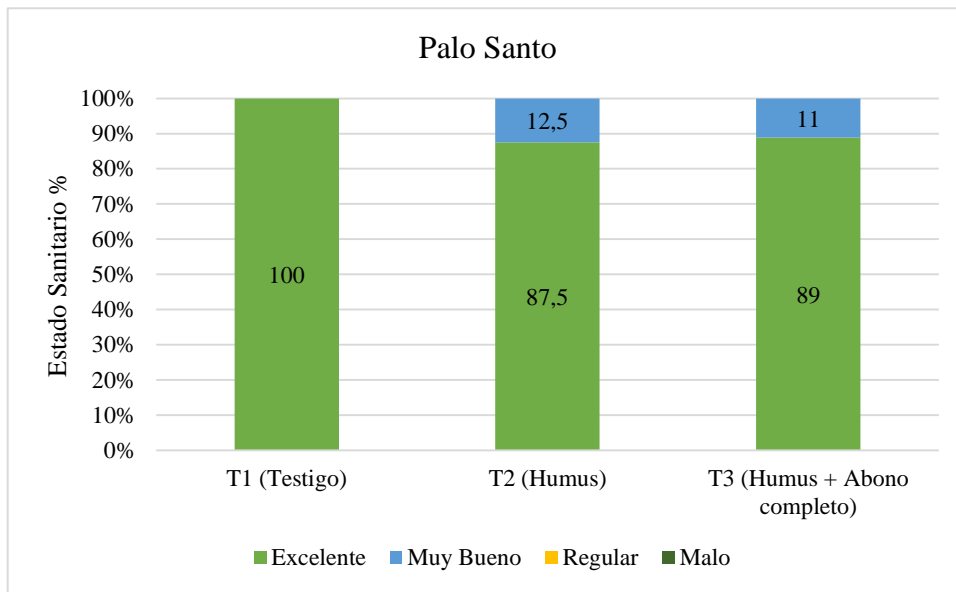


Figura 27. Estado sanitario de las plantas de palo santo a los 26 meses de edad.

Las plantas de palo santo, alcanzaron un estado sanitario de excelente y muy bueno en los tres tratamientos (Figura 27). El T1 presentó el 100% de plantas con estado sanitario excelente, seguido por el T3 con 89%; mientras que, el T3 disminuyó el porcentaje a un 88%. Las categorías (regular y malo) no se pudieron apreciar en esta especie.

#### 4.2.4.5. Estado del ápice

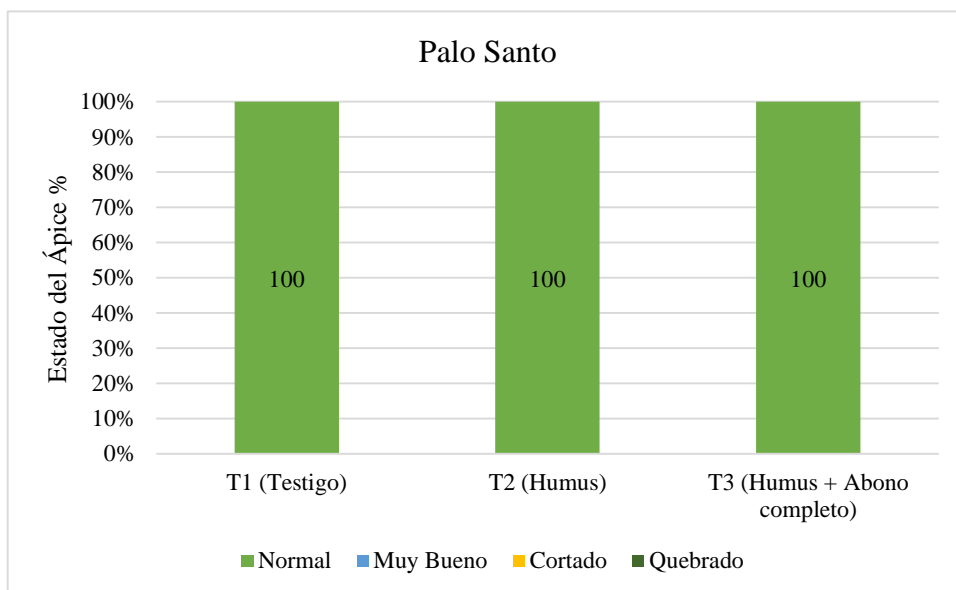


Figura 28. Estado del ápice de las plantas de palo santo a los 26 meses de edad.

Palo santo, presentó el 100% de las plantas en estado de ápice normal (Figura 28) en los tres tratamientos. Las categorías cortado y quebrado no se visualizaron en esta especie.

#### 4.2.4.6. Desarrollo del fuste (torcido)

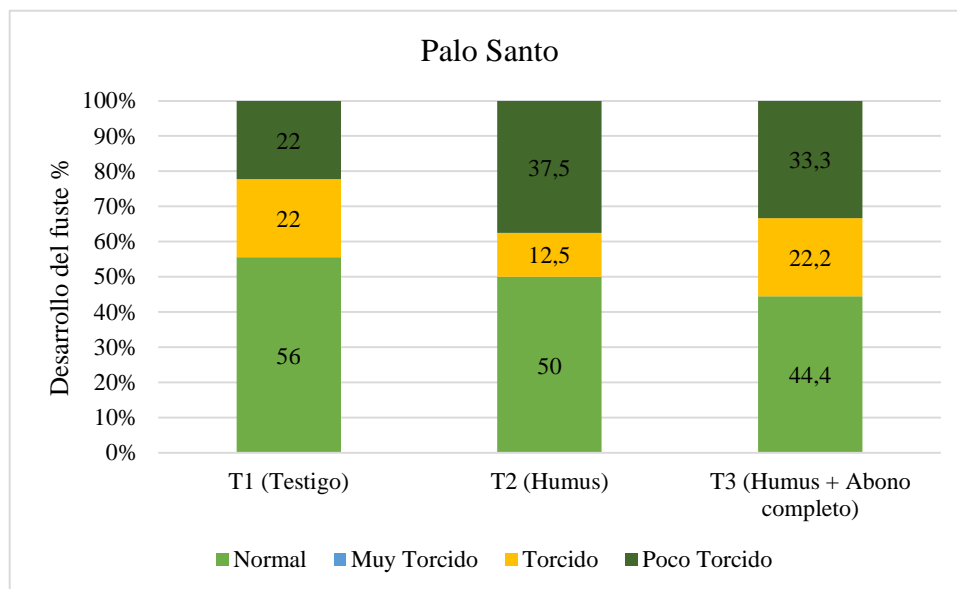


Figura 29. Desarrollo del fuste (torcido) de las plantas de palo santo a los 26 meses de edad.

En la Figura 29, se observa que los árboles de palo santo mantuvieron un desarrollo de fuste normal (T1 con 56%, T2 con 50% y T3 con 44,4%). Sin embargo, existieron árboles en las categorías poco torcido (T1 con 22%, T2 con 37,5% y T3 con 33,3%) y torcido (T1 con 22%, T2 con 12,5% y T3 con 22,2%). La categoría muy torcido, no se visualizó en esta especie.

#### 4.2.5. RESUMEN DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LAS CUATRO ESPECIES FORESTALES DE BOSQUE SECO.

##### 4.2.5.1. Resumen de los mejores tratamientos de la variable diámetro basal (cm) de las cuatro especies forestales de bosque seco.

En la Figura 30, se observa los mejores tratamientos de la variable diámetro basal de cada especie. En algarrobo el T2 logró 5,15 cm; mientras tanto, en guayacán el T1 alcanzó 2,3 cm. Por otro lado, hualtaco el T2 alcanzó 11,48 cm; sin embargo, en palo santo el T3 fue el mejor tratamiento con 5,94 cm de diámetro basal.

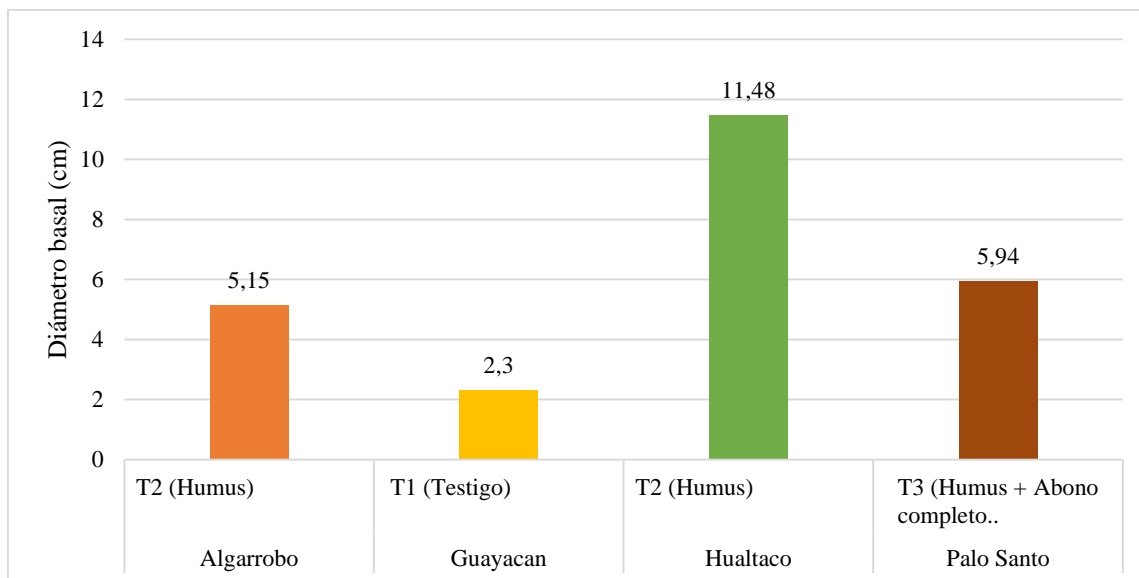


Figura 30. Mejores tratamientos de la variable diámetro basal (cm) de cada especie.

#### 4.2.5.2. Resumen de los mejores tratamientos de la variable altura total (cm) de las cuatro especies forestales de bosque seco.

La Figura 31, se observa los mejores tratamientos de la variable altura de cada especie. En algarrobo el T2 logró 339,67 cm; mientras tanto, en guayacán el T1 alcanzó 101,44 cm. Por otro lado, en hualtaco el T2 alcanzo 535,33 cm; sin embargo, en palo santo el T3 fue el mejor tratamiento con 327 cm de altura total.

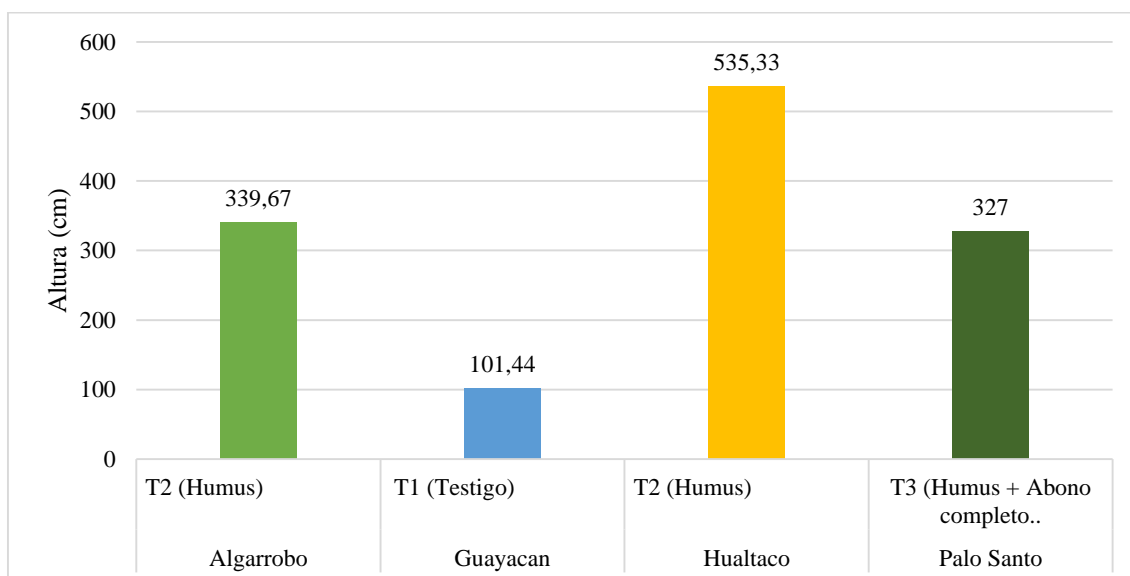


Figura 31. Mejores tratamientos de la variable altura (cm) de cada especie.

#### 4.2.6. CORRELACIÓN ENTRE DIÁMETRO BASAL Y ALTURA DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE LAS CUATRO ESPECIES FORESTALES EN ESTUDIO.

##### 4.2.6.1. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en algarrobo.

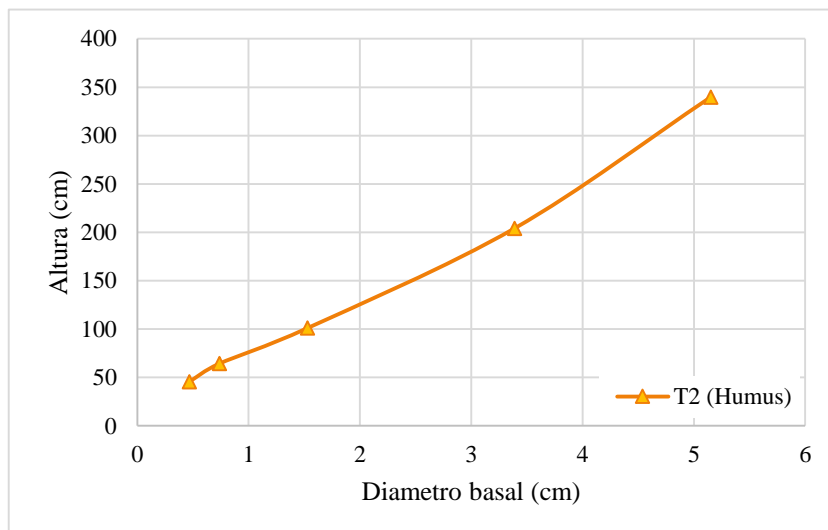


Figura 32. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en algarrobo

La Figura 32, nos demuestra que el mejor tratamiento para algarrobo fue el T2 (aplicación de humus), el cual presentó un crecimiento lineal, entre el diámetro basal y la altura, durante los 26 meses de edad.

##### 4.2.6.2. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en guayacán.

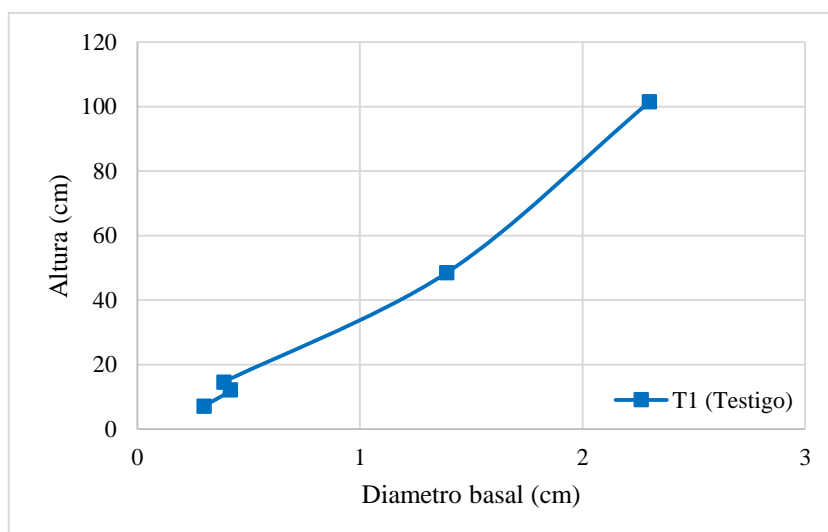


Figura 33. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en guayacán



En la Figura 33, se observa que en guayacán el mejor tratamiento fue el T1 (sin fertilizante); alcanzando un diámetro basal de 2,3 cm y una altura de 101,44 cm a los 26 meses de edad, siendo la especie que menor diámetro basal y altura total alcanzó; sin embargo, existió una fuerte correlación entre estas dos variables.

#### 4.2.6.3. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en hualtaco.

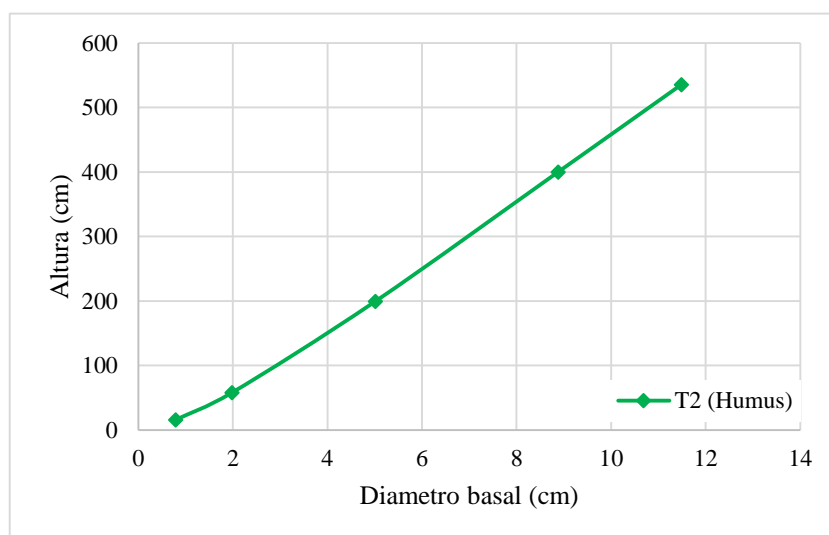


Figura 34. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en hualtaco

La Figura 34, indica que en hualtaco existió una fuerte correlación entre estas dos variables, alcanzando el T2 (humus) a los 26 meses de edad un crecimiento acelerado con un diámetro basal de 11,48 cm y una altura de 535,33 cm. Hualtaco fue la especie que mayor diámetro basal y altura alcanzó.

#### 4.2.6.4. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en palo santo.

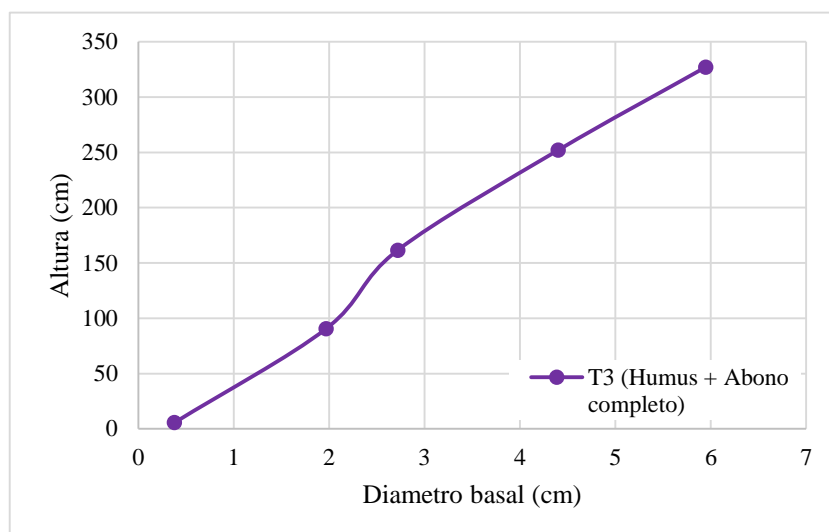


Figura 35. Correlación entre diámetro basal y altura del mejor tratamiento en palo santo.

En la Figura 35, se observa que el mejor tratamiento en guayacán fue el T3 (humus + abono completo), alcanzando a los 26 meses de edad un diámetro basal de 5,94 cm y una altura de 327 cm considerada como una correlación con tendencia lineal positiva.

### 4.3. DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA

Debido a la importancia de la información generada sobre este tema, la socialización del proyecto de tesis se realizó a actores locales y regionales interesados en la temática y al equipo técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal (Anexo 10) donde se aportó con algunas recomendaciones para futuras investigaciones con estas especies. Así mismo, se elaboró y entregó un tríptico divulgativo de la información generada (Anexo 11). Finalmente, se realizó un folleto técnico divulgativo y un artículo científico de la tesis, con el propósito de difundir la información generada a aquellos actores interesados en la temática.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Comportamiento inicial de las cuatro especies forestales nativas del bosque seco.

De acuerdo al análisis ANOVA para las cuatro especies forestales, el crecimiento de las plantas en diámetro basal y altura, si presentó una diferencia significativa (Prueba de Tukey,  $p < 0,05$ ) entre especies (Cuadro 11), y según Paillacho (2010), menciona que es una obvia respuesta de las especies debido a sus características genotípicas y fenotípicas diferentes.

No obstante, si se compara el crecimiento de las cuatro especies forestales en lo referente al diámetro basal alcanzado, el promedio más alto se obtuvo en hualtaco con un 10,77 cm seguido de palo santo con 5,21 cm y algarrobo con 4,76 cm; y, el más bajo se obtuvo en guayacán con 1,79 cm. En la variable altura se visualizó la misma connotación donde hualtaco alcanzó el promedio más alto con 505,56 cm, seguido de algarrobo con 305,93 cm y palo santo con 265,19 cm; y, el promedio más bajo lo alcanzó guayacán con 81,33 cm. Esto se puede contrastar con un estudio realizado por Alvarado (2011), donde reporta tasas de crecimiento en hualtaco de 0,44 a 0,72 cm/año (47 años) y en palo santo de 0,31 a 0,67 cm/año (59 años).

González et al., (2010), en un estudio realizado en bosque húmedo para *Handroanthus chrysanthus* a los 60 meses reportó crecimientos en diámetro basal de 1,63 cm y en altura 47,11 cm, confirmando que guayacán es una especie de lento crecimiento.

El estado sanitario de las cuatro especies forestales se encontró en un rango de excelente calidad, debido a que las especies no fueron afectadas por plagas o enfermedades, las especies palo santo (92%) y hualtaco (89%) presentaron los mejores porcentajes, seguido de guayacán (80%) y algarrobo (65%). La misma connotación se encontró en cuanto al estado del ápice y del fuste para las cuatro especies forestales de bosque seco, sin embargo, existieron algunas plantas con ápice cortado, debido a la acción de factores antrópicos

Los resultados presentados en este estudio reportan el comportamiento inicial de las especies forestales durante los dos primeros años; sin embargo, por tratarse de un huerto con fines semilleros conducen a que se puede desarrollar un monitoreo del comportamiento de las especies a largo plazo (10 - 15 años o más). Por tal razón, Aguirre

et al. (2013), menciona que las implicaciones de los resultados de este tipo de investigaciones radican en que, si se usan esos conocimientos en la planificación de proyectos de forestación y reforestación de pequeña y gran escala principalmente en el sur del Ecuador, se traduce en el éxito y la sostenibilidad de estas iniciativas.

## **5.2. Efecto de dos tipos de fertilizantes base en el comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas del bosque seco.**

El crecimiento de las especies vegetales maderables es impredecible y está en función de una serie de variables biofísicas, relacionadas con la calidad del material de plantación y técnicas de manejo silvicultural (Guenter et al., 2011; Nieto, 2005).

El crecimiento en diámetro basal (cm) y altura (cm) de las especies estudiadas por efecto de la fertilización de base con Humus (T2) y Humus + Abono Completo (T3) no presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ ), datos que no concuerdan con los de Valarezo et al. (2016), donde en su investigación si encontraron diferencias altamente significativas por efecto de la fertilización; resultado similar al de Villamagua et al. (2016), que obtuvo diferencias altamente significativas por la aplicación de nutrientes, los mismos que son ratificados por González-Rojas et al. (2016), donde menciona que al aplicar una fertilización adecuada se puede aumentar la productividad de una especie forestal.

No obstante, al contrastar el crecimiento en diámetro basal y altura de las especies: hualtaco alcanzó en el T1 (Testigo) 10,1 cm de diámetro basal y una altura de 455,33 cm, en el T2 (Humus) alcanzó 11,48 cm de diámetro basal y una altura de 535,33 cm; mientras que, T3 en el (Humus + Abono completo) alcanzó 10,72 cm de diámetro basal y una altura de 526 cm, reportado como el crecimiento entre tratamientos superior al resto de especies; mientras tanto, las especies algarrobo y palo santo alcanzaron un crecimiento entre tratamientos similar; sin embargo, guayacán alcanzó en el T1 (Testigo) 2,3 cm de diámetro basal y una altura de 101,44 cm, en el T2 (Humus) alcanzó 1,57 cm de diámetro basal y una altura de 72,44 cm y en el T3 (Humus + Abono completo) alcanzó 1,49 cm de diámetro basal y una altura de 70,11 cm, reportado como el crecimiento entre tratamientos inferior al resto de especies.

Así mismo, si se hace una comparación de los tratamientos de las cuatro especies forestales evaluadas en la presente investigación sobre el diámetro basal alcanzado de las

mismas, se puede mencionar que el promedio más alto se alcanzó en hualtaco en el T2 (Humus) con un 11,48 cm y el más bajo esta en guayacán en el T3 (Humus + Abono completo) con 1,49 cm; igualmente, para la variable altura el promedio más alto se logró en hualtaco en el T2 (Humus) con un 535,33 cm y el más bajo esta en guayacán en el T3 (Humus + Abono completo) con 70,11 cm.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se atribuyen a que probablemente la cantidad de fertilizante aplicada al suelo no fue la adecuada; por tal razón, hay que profundizar más en investigaciones de este tipo para desarrollar enmiendas nutricionales para cada especie utilizada; pues el crecimiento de un árbol supone un costo nutricional para el sitio, un costo de oportunidad y un costo logístico, con lo cual, si no se asegura la supervivencia y óptimo crecimiento del árbol se incurriría en pérdidas económicas considerables. Por ello es necesario incrementar la investigación en múltiples aspectos de la silvicultura de las especies en estudio, con la finalidad de que aporten al conocimiento que se requiere para construir bosques sostenibles.

## 6. CONCLUSIONES

- *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl., a los 26 meses de edad fue la especie que mayor crecimiento en diámetro basal alcanzó con 10,77 cm y una altura de 505,56 cm respectivamente
- *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose., a los 26 meses de edad fue la especie que menor crecimiento en diámetro basal alcanzó con 1,79 cm y una altura de 81,33 cm respectivamente.
- Las cuatro especies forestales presentaron un excelente estado sanitario alcanzando en palo santo un 92% de árboles sanos, 89% en hualtaco, 80% en guayacán y 65% de árboles sanos en algarrobo.
- En las cuatro especies forestales nativas del bosque seco, a los 26 meses de edad no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el crecimiento en diámetro basal y altura, por efecto de la aplicación de la fertilización de base a los árboles, con los tratamientos T2= Humus; y, T3= Humus + Abono Completo.

## 7. RECOMENDACIONES

- Mantener y manejar el huerto semillero del CBFT-Z, como un escenario para futuros trabajos de investigación a nivel de pregrado en la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja.
- Para desarrollar programas de reforestación en ecosistemas similares al bosque seco se recomienda con certeza utilizar *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl por ser una especie que presenta un rápido crecimiento obteniendo los más altos promedios en diámetro basal y altura.
- Realizar trabajos de investigación para determinar el incremento corriente anual (ICA), incremento medio anual (IMA) y el incremento periódico anual (IPA), con la finalidad de disponer de información relacionada con el comportamiento y/o dinámica de crecimiento de las cuatro especies forestales del bosque seco que fueron estudiadas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, J. (2012). Implementación de un banco de germoplasma nativo en el Centro Binacional de Formación Técnica – Zapotepamba, en alianza con los colegios técnicos agropecuarios asentados en el lado ecuatoriano de la cuenca binacional Catamayo - Chira. *Tesis de grado*. Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. MAE/FAO-Finlandia*. Quito - Ecuador.
- Aguirre, Z., Betancourt, G. G., & Hassan, J. G. (2013). Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. *Rev. Científica Avances*, 15(2), 134–146.
- Aguirre, Z., & Delgado, T. (2001). Vegetación de los bosques secos de Cazaderos-Mangaurco, occidente de la provincia de Loja, 1–15.
- Aguirre, Z., & Kvist, L. P. (2005). Floristic composition and conservation status of the dry forests in Ecuador. *Lyonia*, 8(2), 41–67.
- Aguirre, Z., & Kvist, L. P. (2009). Composición florística y estructura de bosques estacionalmente secos en el sur-occidental de Ecuador, provincia de Loja, municipios de Macara y Zapotillo. *Arnaldoa*, 16(2), 87–99. <https://doi.org/10.13140/2.1.1288.0008>
- Aguirre, Z., Kvist, L., & Sánchez, T. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, (8), 162–187.
- Aguirre, Z., León, N., Palacios, B., & Aguirre, N. (2013). Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi ., *Revista CEDAMAZ*, 3(1), 62–75.
- Aguirre, Z., Linares-Palomino, R., & Kvist, L. P. (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa*, 13(2), 324–346.
- Aguirre M, Z., Kvist, L. P., & Sánchez T, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y sus



- plantas útiles. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 188–204.
- Alvarado, A., & Raigosa, J. (2012). *Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales. Agronomía Costarricense*. San José, Costa Rica.: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Alvarado, J. (2011). Análisis dendrocronológico de tres especies forestales del bosque seco ecuatorial estacional, 122.
- Alvarado, J., Pollito-Zevallos, P. A., Sette Jr, C., Lisi, C. S., Chagas, M. P., & Tomazelo Filho, M. (2007). “Dendrocronologia e densidade aparente do lenho de árvores de *Bursera graveolens* Triana y Planch. (palo santo) e de *Loxopterygium huasango spruce* (hualtaco) por densitometria de raios X.” São Paulo.
- Álvarez, P., & Varona, J. (2006). *Silvicultura*. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
- Andrade, M. S. (2014). *Efecto de la fragmentación del bosque seco tropical sobre la distribución potencial de *Megascops roboratus*, en 1985 y 2011, mediante la aplicación de modelos ecológicos en la cuenca baja del río Guayas. Tesis de grado*. Universidad Central del Ecuador.
- Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., & Robledo, C. W. (2008). *InfoStat. Manual de usuario*. Córdoba, Argentina.: Editorial Brujas.
- Barth, S., Eibl, B., & Montagnini, F. (2008). Adaptabilidad y crecimiento de especies nativas en áreas en recuperación del noroeste de la provincia de Misiones. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. El Dorado, Misiones, Argentina.
- Binkley, D. (1993). *Nutrición forestal: prácticas de manejo*.
- Bullock, S. H., Mooney, H. A., & Medina, E. (1995). *Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, New York. USA.*, 450.
- Calvo-Alvarado, J., Sánchez-Azofeifa, A., & Portillo-Quintero, C. (2013). Neotropical seasonally dry forests. *Encyclopedia of Biodiversity*, 5, 488–500. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00354-3>
- Caraguay, C., & Rivas, R. (2005). *Distribución, fenología y crecimiento diamétrico de*

*cuatro especies forestales en la reserva natural tumbesia-la Ceiba del canton Zapotillo. Tesis de grado.* Universidad Nacional de Loja.

Cerón, C. E., Palacios, W., Valencia, R., & Sierra, R. (1999). Las formaciones naturales de la costa del Ecuador. In R. Sierra (Ed.), *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental* (pp. 55–78). Quito - Ecuador: Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia.

Chamba, M. (2016). *Composición florística y estructura de la vegetación natural del Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba, cantón Paltas, provincia de Loja. Tesis de grado.* Universidad Nacional de Loja.

Contento, R. (2000). *Estudio de la composición florística y regeneración natural forestal del bosque seco en la Ceiba grande, cantón Zapotillo. Tesis de grado.* Universidad Nacional de Loja.

Cueva, O. (1997). *Recolección, clasificación y estudio etnobotánico de los recursos filogenéticos arbóreos y arbustivos nativos productores de frutos comestibles de la provincia de Loja.* Universidad Nacional de Loja, Loja - Ecuador.

Daly, D. (1999). Burseraceae. In Jorgensen. & S. León-Yáñez (Eds.), *Catalogue of the vascular plants of Ecuador* (pp. 363–365). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75.

Dodson, C. H., & Gentry, A. H. (1993). Extinción biológica en el Ecuador continental. In P. A. Mena & L. Suárez (Eds.), *La investigación para la conservación de la diversidad biológica* (pp. 27–57). Quito: EcoCiencia.

Escribano-Ávila, G. (2016). El bosque seco neotropical de la provincia ecuatoriana: un pequeño gran desconocido. *Revista Ecosistemas*, 25(2), 1–4. <https://doi.org/10.7818/RE.2014.25-2.00>

Espinosa, C. I., De La Cruz, M., Luzuriaga, L., & Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región pacífico ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*, 21(1–2), 167–179. <https://doi.org/10.7818/re.2014.21-1-2.00>

- Fredericksen, T. S. (2011). Review silviculture in seasonally dry tropical forests. In *Silviculture in the Tropics* (pp. 239–260).
- González-Rojas, M., Murillo-Cruz, R., & Ávila-Arias, C. (2016). Crecimiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. aplicando diferentes tratamientos de fertilización en el Pacífico Sur de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 13(33), 29. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v13i33.2575>
- González, D., Poma, R., Ordoñez, M., & Aguirre, N. (2010). Crecimiento Inicial de *Tabebuia chrysantha* y *Cedrela montana* con fines de rehabilitación de áreas abandonadas en el trópico húmedo ecuatoriano. *Ecología Forestal*, 1(1), 73–80.
- Granda, V., & Guamán, S. (2006). *Composición florística, estructura, endemismo y etnobotánica de los bosques secos “Algodonal” y “La Ceiba” en los cantones Macará y Zapotillo de la provincia de Loja. Tesis de grado*. Universidad Nacional de Loja.
- Guenter, S., Weber, M., Stimm, B., & Mosandl, R. (2011). *Silviculture in the tropics*. (S. Günter, M. Weber, B. Stimm, & R. Mosandl, Eds.), *Springer* (Vol. 8). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-19986-8>
- Herbario-Loja, UNISIG, & CINFA. (2001). Zonificación y determinación de los tipos de bosque seco en el suroccidente de la provincia de Loja. Ecuador: Herbario Loja - Proyecto Bosque Seco.
- Herrera, D. A., León, J. D., Ruiz, M., Osorio, N. W., Correa, G., Esteban, R., & Uribe, Á. (2014). Evaluación de requerimientos nutricionales en vivero de especies tropicales empleadas en silvicultura urbana. *Revista EIA*, 11(21), 41–54.
- Janzen, D. H. (1988). Management of habitat fragments in a tropical dry forest: Growth. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(1), 105–116. <https://doi.org/10.2307/2399468>
- Jorgensen, P. M. (1999a). Anacardiaceae. In Jørgensen & S. León-Yáñez (Eds.), *Catalogue of the vascular plants of Ecuador* (pp. 210–211). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75.

- Jorgensen, P. M. (1999b). Bignoniaceae. In Jørgensen & S. León-Yáñez (Eds.), *Catalogue of the vascular plants of Ecuador* (p. 320–326.). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75.
- Klitgaard, B., Lozano, P., Aguirre, Z., Merino, B., Aguirre, N., Delgado, T., & Elizalde, F. (1999). Composición florística y estructural del bosque petrificado de Puyango, Loja Ecuador. In *Estudios Botánicos en el Sur del Ecuador N° 3* (pp. 25–49). Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. República Federal Alemana. (GTZ)-GmbH: Trad. Antonio Carrillo.
- Linares-Palomino, R. (2004). Los bosques tropicales estacionalmente secos: II. Fitogeografía y composición florística. *Arnoldoa*, (11(1)), 103–138.
- Loján, L. (1992). El verdor de los andes. Quito - Ecuador: Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo en los Andes.
- López, F. (2002). Ecuador-Perú, conservación para la paz. Loja: Editorial UTPL.
- Lozano, P. (2002). Los tipos de bosque en el sur del Ecuador. In *Botánica Austroecuatorialiana: Estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe*. (pp. 29–49). Quito.
- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., ... Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33(3), 491–505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>
- Montaño, L., & Roa, J. (2012). *Estado actual de conservación de los bosques secos pluviestacionales del suroccidente de la provincia de Loja*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja.
- Montoya, G. (2001). Potencial forestal del bosque seco del sector Monte Azul, Piura - Perú “Un aporte a la mejora de calidad de vida en el bosque seco del norte del Perú.”
- Naturaleza & Cultura. (2005). Endemismo y estado de conservación de las especies de la Región Tumbesina.

- Neill, D. A., Klitgaard., B. B., & Lewis, G. P. (1999). Mimosaceae. In Jørgensen & S. León-Yáñez (Eds.), *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. (pp. 591–601). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75.
- Nieto, V. (2005). Las diez especies TOP para investigación y desarrollo forestal. Bogotá, Colombia: CONIF y Universidad Francisco José de Caldas.
- Paillacho, C. (2010). *Evaluación del crecimiento inicial de Eucalyptus urograndis, Gmelina arborea Roxb Y Ochroma pyramidale Cav bajo la aplicación de cuatro dosis de potasio en la hacienda Zoila Luz del cantón Santo Domingo*. Escuela Politécnica del Ejército.
- Paladines, R. (2003). Propuesta de conservación del bosque seco en el sur de Ecuador. *Lyonia, Honolulu*, 4(2), 183–186.
- Paredes, R. (1997). *Formulación participativa de un plan preliminar de manejo del bosque nativo de “Pacaya”, cantón Quito*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja.
- Romero, A. (2009). *Determinación de la capacidad receptiva en tres tipos de bosque seco sometidos al pastoreo de ganado caprino en época seca, en Paletillas cantón Zapotillo*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja.
- Sanchez-Azofeifa, G. A., Quesada, M., Rodriguez, J. P., Nassar, J. M., Stoner, K. E., Castillo, A., ... Cuevas-Reyes, P. (2005). Research priorities for neotropical dry forests. *Biotropica*, 37, 477–485.
- TNC. (2009). Lugares que protegemos: Bosque seco del Ecuador.
- Valarezo, C., Villamagua, M., Mora, R., Maza, H., Wilcke, W., & Nieto, C. (2016). Respuesta del pachaco (*Schizolobium parahybum* Vell. Conc) y la melina (*Gmelina arborea* Roxb.) a la aplicación de biocarbón y fertilización en el sur de la amazonia ecuatoriana. *Bosques Latitud Cero*, 6(1), 1–32.
- Vazquez, M., & Josse, C. (2001). Breve introducción a los bosques secos. In M. A. Vázquez, M. Larra, L. Suarez, & P. Ojeda (Eds.), *Biodiversidad de los bosques secos del suroccidente de la provincia de Loja: un aporte de las evaluaciones ecológicas*

y *socioeconómicas rápidas* (pp. 9–13). Quito - Ecuador: EcoCiencia, Herbario LOJA y Proyecto Bosque Secos.

Villacis, G., Aguirre, Z., González, A., Benítez, E., Aguirre, N., & Paredes, D. (2015). Pasado, presente y futuro de los “Guayacanes” *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) so Grose, de los bosques secos de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 22(July), 85–104.

Villamagua, M., Valarezo, C., Maza, H., & Valarezo, L. (2016). Efecto del biocarbón, cal y nutrientes sobre el crecimiento de dos especies arbóreas en el ambiente de ladera del sur de la amazonia ecuatoriana. *Bosques Latitud Cero*, 6(1), 12.

Zottl, H. W., & Tschinkel, H. (1971). Nutrición y fertilización forestal: una guía práctica. Medellín, Colombia.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de suelo del huerto semillero instalado en la CBFT-Z



LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS, AGUAS Y  
BROMATOLOGÍA  
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

<b>Provincia:</b>	Loja	<b>FECHA DE INGRESO:</b>	09-05-2016
<b>Cantón:</b>	Paltas	<b>FECHA DE EGRESO:</b>	30-05-2016
<b>Parroquia:</b>	Casanga	<b>RESPONSABLE:</b>	Ing. Leopoldo Samaniego Coronel
<b>Sector:</b>	Zapotepamba		

#### 1. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Cód. Lab.	Cód. Cam.	Prof. de muestreo cm	Análisis Mecánico % TFSA			Textura	pH	M.O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
			Ao	Lo	Ac		1:2.5	%	ppm	ppm	ppm	meq/100ml	
1954	Zapote pamba	20	54,2	23,2	22,6	FoAcAo	8,42	1,85	28,68	29,90	94,38	11,79	1,03

Cód. Lab.	Cód. Cam.	Prof. de muestreo cm	Fe <sup>+++</sup>	Mn	Zn <sup>+</sup>	Cu <sup>++</sup>	CIC	CE
			meq/100ml	ppm	ppm	ppm	Meq/100g de suelo	us/cm
1954	Zapote pamba	20	<LC	2,32	--	<LC	43,8	312,0

<LC: Menor al límite de cuantificación

Cód. Lab.	Cód. Cam.	Acidez intercambiable		
		Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> (meq/100ml)	Al <sup>3+</sup> (meq/100ml)	H <sup>+</sup> (meq/100ml)
1954	Zapotepamba	0,3	0,3	0,0

#### 2. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS

Cód. Lab.	Cód. Cam.	Textura	Profundidad de muestreo	pH	M.O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
			cm	Suelo : agua	%	ppm	ppm	ppm	meq/100ml	
1954	Zapote pamba	Franco Arcillo Arenoso	20	Medianamente Alcalino	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto	Medio

METODOLOGÍA USADA		EXTRACTANTES
Ph	= Suelo: agua (1:2.5)	Olsen Modificado
N,P	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn	= Absorción atómica	
Material Orgánica	= Walkley Black	A través del carbón Orgánico



LABORATORIO DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS, AGUAS Y BROMATOLOGIA  
AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Cód. Lab.	Cód. Cam.	Prof. de muestreo	Fe <sup>+++</sup>	Mn	Zn <sup>+</sup>	Cu <sup>++</sup>	CIC	CE
		cm	ppm		ppm	ppm	Meq/100g de suelo	us/cm
1954	Zapote pamba	20	Bajo	Bajo	--	Bajo	Alto	No Salino

Cód. Lab.	Cód. Cam.	Acidez intercambiable		
		Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> (meq/100ml)	Al <sup>3+</sup> (meq/100ml)	H <sup>+</sup> (meq/100ml)
1954	Zapotepamba	Bajo	Bajo	Bajo

Ing. Omar Ojeda Ochoa Mg. Sc  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
Ph	= Suelo: agua (1:2.5)	Olsen Modificado
N, P	= Colorimetría	N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn
K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn	= Absorción atómica	
Material Orgánica	= Walkley Black	A través del carbón Orgánico



Anexo 2. Medidas resumen de la evaluación del comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas de bosque seco en la estación experimental Zapotepamba.

<b>Tabla de medidas resumen para el análisis de la información sobre el crecimiento inicial de las cuatro especies forestales</b>						
<b>Especie</b>	<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>E.E.</b>	<b>CV</b>
Algarrobo	Diámetro basal (cm)	27	4,76	1,46	0,28	30,69
	Altura (cm)	27	305,93	92,36	17,78	30,19
Guayacán	Diámetro basal (cm)	27	1,79	2,66	0,51	148,77
	Altura (cm)	27	81,33	124,08	23,88	152,56
Hualtaco	Diámetro basal (cm)	27	10,77	1,81	0,35	16,77
	Altura (cm)	27	505,56	99,74	19,2	19,73
Palo santo	Diámetro basal (cm)	27	5,21	1,51	0,29	28,91
	Altura (cm)	27	265,19	103,5	19,92	39,03

<b>Tabla de medidas resumen para el análisis de la información sobre efecto de dos tipos de fertilizantes base en el crecimiento inicial de cuatro especies forestales</b>							
<b>Especie</b>	<b>Variable</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>E.E.</b>	<b>CV</b>
Algarrobo	Diámetro basal (cm)	T1 (Testigo)	9	4,32	2,05	0,68	47,51
		T2 (Humus)	9	5,15	1,29	0,43	25,14
		T3 (Humus + Abono completo)	9	4,82	0,82	0,27	16,93
	Altura (cm)	T1 (Testigo)	9	258,44	115,29	38,43	44,61
		T2 (Humus)	9	339,67	89,27	29,76	26,28
		T3 (Humus + Abono completo)	9	319,67	49,34	16,45	15,43
Guayacán	Diámetro basal (cm)	T1 (Testigo)	9	2,3	2,5	0,83	108,84
		T2 (Humus)	9	1,57	3,11	1,04	198,75
		T3 (Humus + Abono completo)	9	1,49	2,56	0,85	171,4
	Altura (cm)	T1 (Testigo)	9	101,44	110,57	36,86	109
		T2 (Humus)	9	72,44	145,91	48,64	201,41
		T3 (Humus + Abono completo)	9	70,11	125,85	41,95	179,5
Hualtaco	Diámetro basal (cm)	T1 (Testigo)	9	10,1	1,82	0,61	18,07
		T2 (Humus)	9	11,48	1,53	0,51	13,33
		T3 (Humus + Abono completo)	9	10,72	1,96	0,65	18,3
	Altura (cm)	T1 (Testigo)	9	455,33	77,1	25,7	16,93
		T2 (Humus)	9	535,33	83,02	27,67	15,51
		T3 (Humus + Abono completo)	9	526	123,26	41,09	23,43
Palo santo	Diámetro basal (cm)	T1 (Testigo)	9	5,21	0,81	0,27	15,47
		T2 (Humus)	9	4,49	1,86	0,62	41,34
		T3 (Humus + Abono completo)	9	5,94	1,45	0,48	24,39
	Altura (cm)	T1 (Testigo)	9	240,89	58,29	19,43	24,2
		T2 (Humus)	9	227,67	107,65	35,88	47,28
		T3 (Humus + Abono completo)	9	327	115,24	38,41	35,24

Anexo 3. Análisis *Post hoc* de las variables diámetro basal y altura de las cuatro especies forestales a los 26 meses de edad.

*Post hoc* analysis (Diámetro basal)  
p-values for pairwise t-tests

	Guayacán 1,787	Algarrobo 4,765	Palo santo 5,215	Hualtaco 10,767
Guayacán	1,787			
Algarrobo	4,765	1,13E-07		
Palo santo	5,215	2,13E-09	,3910	
Hualtaco	10,767	3,70E-32	3,26E-20	2,68E-18

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 104)

	Guayacán 1,787	Algarrobo 4,765	Palo santo 5,215	Hualtaco 10,767
Guayacán	1,787			
Algarrobo	4,765	5,70		
Palo santo	5,215	6,56	0,86	
Hualtaco	10,767	17,19	11,49	10,63

critical values for experiment wise error rate:

0,05	2,61
0,01	3,20

*Post hoc* analysis (Altura)  
p-values for pairwise t-tests

	Guayacán 81,333	Palo santo 265,185	Algarrobo 305,926	Hualtaco 505,556
Guayacán	81,333			
Palo santo	265,185	4,59E-09		
Algarrobo	305,926	4,63E-12	,1592	
Hualtaco	505,556	2,86E-27	2,92E-13	3,34E-10

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 104)

	Guayacán 81,333	Palo santo 265,185	Algarrobo 305,926	Hualtaco 505,556
Guayacán	81,333			
Palo santo	265,185	6,40		
Algarrobo	305,926	7,82	1,42	
Hualtaco	505,556	14,76	8,37	6,95

critical values for experiment wise error rate:

0,05	2,61
0,01	3,20

Anexo 4. Datos de las variables cualitativas de las cuatro especies forestales

Estado Sanitario

<b>Especie</b>	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>	
Algarrobo	65		35	0	0
Guayacán	80		0	20	0
Hualtaco	89		11	0	0
Palo santo	92		8	0	0

Estado del Ápice

<b>Especie</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Cortado</b>	<b>Quebrado</b>	
Algarrobo	100		0	0	0
Guayacán	90		0	10	0
Hualtaco	93		7	0	0
Palo santo	100		0	0	0

Desarrollo del Fuste

<b>Especie</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Torcido</b>	<b>Torcido</b>	<b>Poco Torcido</b>	
Algarrobo	100		0	0	0
Guayacán	100		0	0	0
Hualtaco	74		0	0	26
Palo santo	50		0	19	31

Anexo 5. Datos de las variables cualitativas de *Prosopis* L.

Estado Sanitario

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
Algarrobo	T1 (Testigo)	50	50	0	0
	T2 (Humus)	78	22	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	67	33	0	0
		65	35	0	0

Estado del Ápice

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Cortado</b>	<b>Quebrado</b>
Algarrobo	T1 (Testigo)	100	0	0	0
	T2 (Humus)	100	0	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	100	0	0	0
		100	0	0	0

Desarrollo del Fuste

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Torcido</b>	<b>Torcido</b>	<b>Poco Torcido</b>
Algarrobo	T1 (Testigo)	100	0	0	0
	T2 (Humus)	100	0	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	100	0	0	0
		100	0	0	0

Anexo 6. Datos de las variables cualitativas de *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose.

Estado Sanitario

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
Guayacán	T1 (Testigo)	80	0	20	0
	T2 (Humus)	100	0	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	67	0	33	0
		82	0	18	0

Estado del Ápice

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Cortado</b>	<b>Quebrado</b>
Guayacán	T1 (Testigo)	100	0	0	0
	T2 (Humus)	100	0	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	67	0	33	0
		89	0	11	0

Desarrollo del Fuste

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Torcido</b>	<b>Torcido</b>	<b>Poco Torcido</b>
Guayacán	T1 (Testigo)	100	0	0	0
	T2 (Humus)	100	0	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	100	0	0	0
		100	0	0	0

Anexo 7. Datos de las variables cualitativas de *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl

Estado Sanitario

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
Hualtaco	T1 (Testigo)	89	11	0	0
	T2 (Humus)	78	22	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	100	0	0	0
		89	11	0	0

Estado del Ápice

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Cortado</b>	<b>Quebrado</b>
Hualtaco	T1 (Testigo)	89	11	0	0
	T2 (Humus)	89	11	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	100	0	0	0
		93	7	0	0

Desarrollo del Fuste

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Torcido</b>	<b>Torcido</b>	<b>Poco Torcido</b>
Hualtaco	T1 (Testigo)	89	0	0	11
	T2 (Humus)	78	0	0	22
	T3 (Humus + Abono completo)	56	0	0	44
		74	0	0	26

Anexo 8. Datos de las variables cualitativas de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.

Estado Sanitario

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
Palo santo	T1 (Testigo)	100	0	0	0
	T2 (Humus)	87,5	12,5	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	89	11	0	0
		92	8	0	0

Estado del Ápice

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Cortado</b>	<b>Quebrado</b>
Palo santo	T1 (Testigo)	100	0	0	0
	T2 (Humus)	100	0	0	0
	T3 (Humus + Abono completo)	100	0	0	0
		100	0	0	0

Desarrollo del Fuste

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Normal</b>	<b>Muy Torcido</b>	<b>Torcido</b>	<b>Poco Torcido</b>
Palo santo	T1 (Testigo)	56	0	22	22
	T2 (Humus)	50	0	12,5	37,5
	T3 (Humus + Abono completo)	44,4	0	22,2	33,3
		50	0	19	31



Anexo 9. Imágenes de la toma de datos durante la investigación.



Foto 1: Huerto semillero de las cuatro especies forestales de bosque seco instalado en el CBFT-Z.



Foto 2: Medición de la altura de guayacán.



Foto 3: Medición del diámetro basal de palo santo.





Foto 4: Medición del diámetro basal del algarrobo.



Foto 5: Medición de la altura de hualtaco.

Anexo 10. Imágenes de la socialización de la tesis al Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Universidad Nacional de Loja.



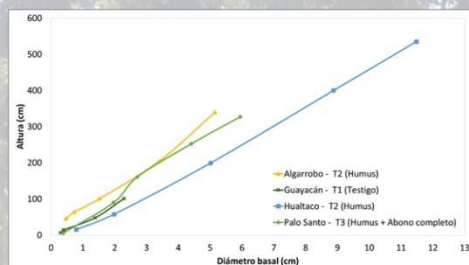
Foto 6: Socialización de la tesis al Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal.



## Anexo 11. Tríptico para la difusión de los resultados de la tesis.

El mismo comportamiento se encontró en cuanto al estado del ápice y del fuste para las cuatro especies forestales de bosque seco; sin embargo, existieron algunos árboles con ápice cortado, debido a la acción de factores antrópicos.

### 2. Efecto de dos tipos de fertilizantes de base en el crecimiento inicial de las cuatro especies forestales .



Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos por efecto de la aplicación de la fertilización de base (humus y humus + abono completo); no obstante, en algarrobo el mejor tratamiento T2 con la adición de humus, alcanzó un diámetro basal de 5,15 cm y una altura de 339,67 cm a los 26 meses de edad; así mismo, en guayacán el mejor tratamiento T1 (testigo, sin fertilización), alcanzó un diámetro basal de 2,3 cm y una altura de 101,44 cm.

Por otro lado, en hualtaco el mejor tratamiento fue el T2, alcanzando un diámetro basal de 11,48 cm y una altura de 535,33 cm. Sin embargo, en palo santo el mejor tratamiento T3 (humus + abono completo) alcanzó un diámetro basal de 5,94 cm y una altura de 327 cm.

### CONCLUSIONES

- *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl., a los 26 meses edad fue la especie que mayor creció en diámetro basal con 10,77 cm y una altura de 505,56 cm respectivamente.
- *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose., a los 26 meses edad fue la especie que menor creció alcanzando un diámetro basal de 1,79 cm y una altura de 81,33 cm respectivamente.

- Las cuatro especies forestales presentaron un excelente estado sanitario alcanzando en palo santo un 92% de árboles sanos, 89% en hualtaco, 80% en guayacán y 65% de árboles sanos en algarrobo.
- En las cuatro especies forestales nativas del bosque seco, a los 26 meses de edad no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el crecimiento en diámetro basal y altura, por efecto de la aplicación de la fertilización de base a los árboles, con los tratamientos T2= Humus; y, T3= Humus + Abono Completo.

### RECOMENDACIONES

- Mantener y manejar el huerto semillero del CBFT-Z, como un escenario para futuros trabajos de investigación a nivel de pregrado en la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja.
- Para desarrollar programas de reforestación en ecosistemas similares al bosque seco se recomienda con certeza utilizar *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl por ser una especie que presentó un rápido crecimiento obteniendo los más altos promedios en diámetro basal y altura.
- Realizar trabajos de investigación para determinar el incremento corriente anual (ICA), incremento medio anual (IMA) y el incremento periódico anual (IPA), con la finalidad de disponer de información relacionada con el comportamiento y/o dinámica de crecimiento de las cuatro especies forestales del bosque seco que fueron estudiadas.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**LABORATORIO DE MICROPROPAGACIÓN  
VEGETAL**



“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INICIAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE BOSQUE SECO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL ZAPOTEPAMBA, PROVINCIA DE LOJA, ECUADOR”.



Responsable: Marco Vinicio González Valdiviezo  
DIRECTOR: Ing. Victor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.  
CO-DIRECTORA: Ing. Julia Esther Minchala Patiño.

Loja – Ecuador

2017



## INTRODUCCIÓN

Los Bosques Secos a nivel mundial ocupan 42% de la superficie de los bosques tropicales (Miles et al., 2006). En Ecuador los bosques secos forman parte de la región Tumbesina y se encuentran en el centro y sur de la región occidental de los Andes, en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y Loja (Aguirre y Kvist, 2005). En la provincia de Loja, se encuentra la mayor superficie de bosque seco, con un 31 % (3 400 km<sup>2</sup>). El conocimiento del comportamiento inicial de las especies forestales de Bosque Seco es pobre, pues hasta la fecha solo existen publicaciones y estudios de investigación de estructura y composición florística (Espínosa, De La Cruz, Luzuriaga, y Escudero, 2012).

Bajo esta perspectiva, la presente investigación se constituye como una de las pioneras en este ámbito y se realizó con el propósito de generar información sobre el comportamiento inicial de cuatro especies forestales (Algarrobo, Guayacán, Hualtaco y Palo Santo) con fines de conservación de las mismas, contribuyendo de esta manera a llenar el vacío información que existe en el medio sobre esta materia.

## OBJETIVOS

### General

Contribuir a la generación de información sobre el comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas de Bosque Seco: *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl, *Prosopis* L., *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose, bajo diferentes condiciones de fertilización, con fines de conservación de las especies.

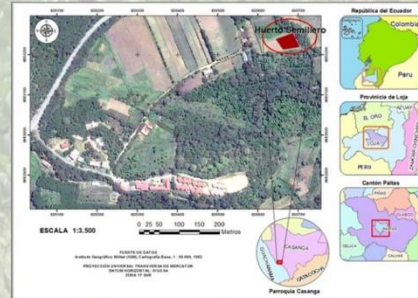
### Específicos

- ♦ Evaluar el comportamiento inicial de las cuatro especies forestales nativas del Bosque Seco en la Estación Experimental "Zapotepamba".
- ♦ Evaluar el efecto de dos tipos de fertilizantes base en el comportamiento inicial de cuatro especies forestales nativas del Bosque Seco en la Estación Experimental "Zapotepamba".
- ♦ Difundir los resultados a los actores locales y regionales interesados en la temática.

## METODOLOGÍA

### 1. Ubicación del área de estudio.

La presente investigación se realizó en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba (CBFT -Z), perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, cantón Paltas, provincia de Loja, en un huerto semillero de 1748 m<sup>2</sup> de cuatro especies forestales del bosque seco con fines de investigación, el mismo que fue instalado el 15 de mayo del 2014 por el Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal



### 2. Metodología para evaluar el comportamiento inicial de las cuatro especies forestales.

La evaluación del crecimiento de las cuatro especies forestales nativas del bosque seco, se determinó a dos niveles: cuantitativos, considerando las variables dasométricas: crecimiento en diámetro basal (cm) y altura total (cm); y, cualitativos: estado sanitario, estado del ápice, y desarrollo del fuste (torcido).

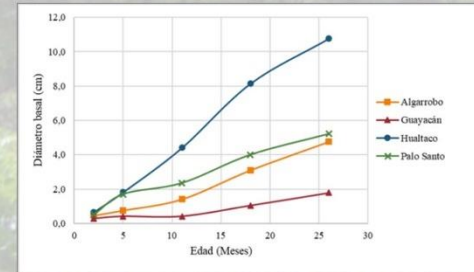
### 3. Metodología para evaluar el efecto de dos tipos de fertilizantes base en el crecimiento inicial de las cuatro especies.

Para evaluar el efecto de los fertilizantes aplicados a la base de los árboles en el crecimiento inicial de las cuatro especies forestales, se utilizaron los datos de las variables: diámetro basal (cm) y altura total (cm) de los árboles obtenidos en la última lectura, esto es a los 26 meses de edad de los árboles, con cuyos datos se realizó el análisis estadístico (ANAVA), con la prueba estadística de Tukey al 0,05 % de probabilidad.

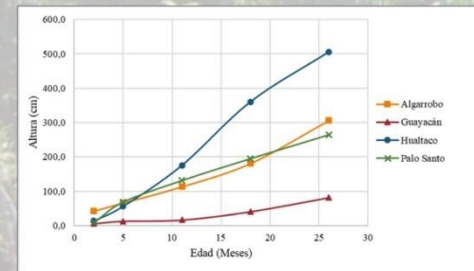
## RESULTADOS

### 1. Comportamiento inicial de las cuatro especies forestales nativas del bosque seco.

#### Crecimiento en diámetro basal (cm)



#### Crecimiento en altura total (cm)



Estadísticamente si se encontraron diferencias significativas. Esto se visualizó en el crecimiento, donde hualtaco alcanzó 10,77 cm de diámetro basal y 505,56 cm de altura total, alcanzando el crecimiento más alto; palo santo y algarrobo lograron un crecimiento similar, no obstante, guayacán con 1,79 cm diámetro basal y una altura total 81,33 cm alcanzó el crecimiento más bajo.

Así mismo, las cuatro especies forestales presentaron un alto porcentaje de árboles con estado sanitario de excelente calidad, alcanzando un 65% de árboles sanos en algarrobo, 80% de árboles sanos en guayacán, 89% de árboles sanos en hualtaco, y, 92% de árboles sanos en palo santo.