

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE VEINTINUEVE ESPECIES  
FORESTALES ESTABLECIDAS Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES  
FÍSICAS Y QUIMÍCAS DEL SUELO EN EL JARDÍN BOTÁNICO EL  
PADMI, ZAMORA CHINCHIPE**

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

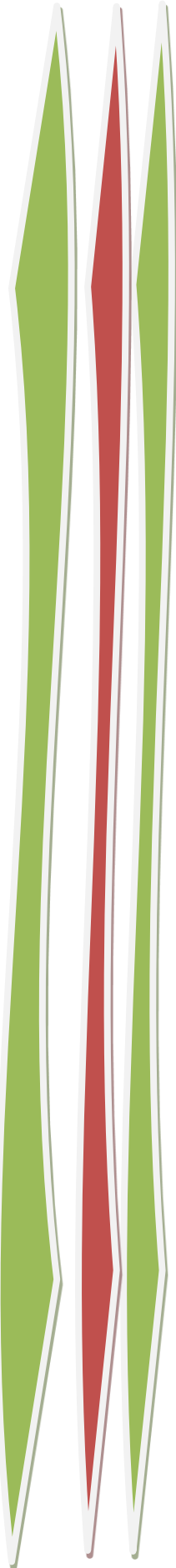
**AUTOR:**

**Telmo Galecio Gaona Ochoa**

**DIRECTOR:**

**M. Sc. Zhofre Aguirre Mendoza**

**Loja – Ecuador**



2014

**DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE VEINTINUEVE ESPECIES FORESTALES ESTABLECIDAS Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUIMÍCAS DEL SUELO EN EL JARDÍN BOTÁNICO EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE**

**TESIS DE GRADO**

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

**INGENIERO FORESTAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**APROVADA POR:**

  
.....  
Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg.Sc.,  
**PRESIDENTE**

  
.....  
Ing. Héctor Maza Chamba Mg. Sc  
**VOCAL**

  
.....  
Ing. Byron Palacios Herrera, Mg.Sc.,  
**VOCAL**

Ingeniero

Zhofre Aguirre Mendoza

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que en calidad de Director de la tesis titulada **DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE VEINTINUEVE ESPECIES FORESTALES ESTABLECIDAS Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUIMÍCAS DEL SUELO EN EL JARDÍN BOTÁNICO EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE** de autoría del egresado Telmo Galecio Gaona Ochoa, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad, por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, Marzo del 2014



Zhofre Aguirre Mendoza, Mg.Sc.,

DIRECTOR

Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg.Sc.,

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DE LA TESIS: **DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE VEINTINUEVE ESPECIES FORESTALES ESTABLECIDAS Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUIMÍCAS DEL SUELO EN EL JARDÍN BOTÁNICO EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE.**

CERTIFICA:

Que en calidad de Presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada **DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE VEINTINUEVE ESPECIES FORESTALES ESTABLECIDAS Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUIMÍCAS DEL SUELO EN EL JARDÍN BOTÁNICO EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE** de autoría del señor egresado Telmo Galecio Gaona Ochoa, ha sido dirigida, revisada e incorporadas todas las sugerencias efectuadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación y aprobación. Por lo tanto, autorizo su publicación definitiva.

Loja, Marzo del 2014



Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg.Sc.,  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR**

**AUTORÍA**

Yo, Telmo Galecio Gaona Ochoa declaro ser autor del 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 Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Telmo Galecio Gaona Ochoa

Firma:



Cedula: 110476144-8

Fecha: 12 de marzo del 2014.

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

Yo, **TELMO GALECIO GAONA OCHOA**, declaro ser autor, del presente trabajo de tesis titulada **“DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE VEINTINUEVE ESPECIES FORESTALES ESTABLECIDAS Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUIMÍCAS DEL SUELO EN EL JARDÍN BOTÁNICO EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE”** como requisito para optar al 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 puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las 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 12 días del mes de Marzo del dos mil catorce, firma el autor.

Firma: 

**Autor:** Telmo Galecio Gaona Ochoa

**Cédula:** 1104761448

**Dirección:** Cantón Loja

**Correo electrónico:** selva45\_@hotmail.com

**Teléfono:** 0982889615

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Ing. Zhofre Aguirre Mendoza M. Sc.

**Presidente del Tribunal:** Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg.Sc.,

**Miembro del Tribunal:** Ing. Héctor Maza Chamba Mg. Sc

**Miembro del Tribunal:** Ing. Byron Palacios Herrera, Mg.Sc.,

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado la vida, por estar con migo en cada paso que doy por ser fuente de inspiración y amigo inseparable, por guiarme en el buen camino y haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Mis padres **Victoriano Gaona y María Olivia Ochoa**, por su interminable apoyo en todo momento de mi vida, quien con su esfuerzo, con su ejemplo de coraje, por sus excelentes enseñanzas, consejos y por su eterna paciencia y perdón ante mis constantes errores.

Para mi hermana **Andrea Gaona Ochoa**, que ha sido mi inspiración por ser una de las personas que más quiero en la vida

Para mis amig@s y compañer@s que son las personas que han estado más cerca de mí en estos cinco años de universidad, por el compañerismo, el apoyo cuando era necesario y por haber conviviendo momentos inolvidables.

Telmo Galecio Gaona Ochoa

## AGRADECIMIENTO

Luego de haber culminado la presente investigación mi agradecimiento profundo a Dios por haberme dado la oportunidad de culminar con una de mis mejores metas de mi vida.

A la Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, en especial a la Carrera de Ingeniería Forestal, y a todo su personal docente por su apoyo así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación ética y profesional;

Al Ingeniero Zhofre Aguirre Mendoza, por su dirección, tiempo y colaboración en encaminar esta investigación y, por confiar en mi capacidad de trabajo; al Ingeniero Byron Palacios, por su capacidad y el aporte profesional brindado en este trabajo investigativo.

A el proyecto Dinámica de crecimiento y fenología de un ensamble de especies forestales en el jardín botánico El Padmi, Zamora Chinchipe por su auspicio y de igual manera al Herbario Reinaldo Espinoza y al Ing. Bolívar Merino por su aporte brindado.

Agradezco al tribunal de grado integrado por los ingenieros Manuel Quizhpe Córdova, Héctor maza Chamba y Byron Palacios Herrera, por las sugerencias que permitieron enriquecer el contenido del presente trabajo.

Finalmente a mis compañeros amigos y familiares quienes me apoyaron durante la vida estudiantil, compartiendo y viviendo experiencias extraordinarias, enriquecedoras y bien venidas en mi vida profesional.

**El Autor**



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Páginas</b>
1. RESUMEN .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	5
Objetivo General:.....	7
Objetivos Específicos: .....	7
3. REVISIÓN DE LITERATURA .....	8
3.1. Dinámica Poblacional de Bosques.....	8
3.2. Crecimiento de la Vegetación .....	8
3.3. Tipos de Crecimiento.....	9
3.3.1. Crecimiento diamétrico.....	9
3.3.2. Crecimiento en altura.....	9
3.3.3. Crecimiento en área basal.....	10
3.3.4. Crecimiento volumétrico.....	10
3.3.5. Incremento periódico anual y crecimiento medio anual.....	10
3.4. Análisis de Correlación y Regresión Lineal .....	11
3.5. Índices en el Crecimiento de la Vegetación .....	11
3.5.1. Índice de esbeltez.....	11
3.5.2. Índice de espacio vital .....	11
3.6. Dinámica de crecimiento de especies forestales .....	12
3.7. Estudios de crecimiento de árboles en el sur del Ecuador .....	14
4. METODOLOGÍA.....	18
4.1. Localización del Área de Estudio .....	18
4.1.1. Ubicación política y geográfica.....	18
4.1.2. Características bioclimáticas del área de estudio .....	19
4.1.3. Características Socio económicas .....	20

4.2.	Metodología para determinar las tasas de crecimiento de 29 especies forestales nativas establecidas en el jardín botánico El Padmi .....	20
4.2.1.	Diseño del ensayo .....	20
4.2.2.	Determinación del dinamismo de las especies establecidas .....	21
4.2.3.	Determinación de la supervivencia de las 29 especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi. ....	22
4.2.4.	Evaluación de los incrementos medios anuales de las especies forestales.....	22
4.2.5.	Análisis de correlación y regresión de las variables dasométricas: $D_{1,30}$ m, altura y volumen. ....	25
4.3.	Metodología para determinar las propiedades físicas y químicas del suelo	27
4.1.	Metodología para Difundir los Resultados.....	28
5.	RESULTADOS.....	29
5.1.	Supervivencia de 29 Especies Forestales Establecidas en dos Periodos (2005 y 2009), en el Jardín Botánico El Padmi .....	29
5.2.	Crecimiento de 29 Especies Forestales Establecidas en el Jardín Botánico El Padmi.....	30
5.2.1.	Crecimiento e incremento medio anual de 11 especies forestales establecidas en el año 2005 .....	30
5.2.2.	Crecimiento e Incremento medio anual de 18 especies forestales establecidas en el año 2009 .....	50
5.3.	Diámetro y forma de la copa de las 29 especies forestales establecidas en los años 2005 y 2009 en el jardín botánico El Padmi .....	86
5.4.	Índice de Esbeltez (E) de 29 especies forestales establecidas en los años 2005 y 2009 en el jardín botánico El Padmi. ....	87
5.5.	Índice de espacio vital de 29 especies forestales establecidas en los años 2005 y 2009 en el jardín botánico El Padmi. ....	88

5.6.	Apertura de dosel de 29 especies forestales establecidas en el jardín botánico El Padmi.....	89
5.7.	Propiedades Físicas y Químicas del Suelo donde Están Plantadas las 29 Especies Forestales en el Jardín Botánico El Padmi .....	90
6.	DISCUSIÓN .....	91
6.1.	Supervivencia de las especies forestales del jardín botánico El Padmi. ....	91
6.2.	Crecimiento periódico de las especies establecidas en el jardín botánico El Padmi.....	92
6.2.1.	Diámetro a 1,30 m.....	92
6.2.2.	Altura total .....	93
6.2.3.	Volumen total.....	94
6.3.	Diámetro y Forma de la Copa.....	94
6.4.	Índice de Esbeltez.....	95
6.5.	Índice de Espacio Vital.....	95
6.6.	Apertura de Dosel .....	96
6.7.	Propiedades Físicas y Químicas del Suelo .....	96
7.	CONCLUSIONES .....	98
8.	RECOMENDACIONES .....	100
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	101
10.	ANEXOS.....	109

**ÍNDICE DE CUADROS**

	<b>Páginas</b>
Cuadro 1. Evaluación del crecimiento en altura en el periodo de un año de seis especies forestales nativas .....	15
Cuadro 2. Escala para interpretar el coeficiente de correlación de las especies.....	26
Cuadro 3. Escala para determinar la pedregosidad de los suelos donde está establecido el jardín botánico El Padmi. ....	27
Cuadro 4. Porcentaje de supervivencia de las especies establecidas en los años 2005 y 2009, evaluadas en el 2013.....	29
Cuadro 5. Diámetro y forma de copa de las especies establecidas en el 2005 y 2009.....	86
Cuadro 6. Índice de Esbeltez de las especies establecidas en los años 2005 y 2009.....	87
Cuadro 7. Índice de espacio vital de las especies establecidas en el año 2005 y 2009. ....	88
Cuadro 8. Apertura de dosel de las especies establecidas en el año 2005 y 2009. ....	89
Cuadro 9. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo donde está establecido el jardín botánico El Padmi. ....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Ubicación geográfica del Jardín Botánico El Padmi, parroquia Los Encuentros. Adaptado de Aguirre <i>et al.</i> , (2013). .....	18
Figura 2. Distribución de las especies forestales plantadas en el Jardín Botánico El Padmi, en los años 2005 y 2009. Adaptado de Aguirre <i>et al.</i> , (2013). .....	21
Figura 3. Forma de copas considerando sus aspectos sobresalientes (Roglich, 2012).....	24
Figura 4. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke establecida en el año 2005.....	31
Figura 5. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ , altura y volumen de <i>Vitex</i> <i>cymosa</i> Bertero ex Spreng., establecida en el año 2005.....	33
Figura 6. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Lafoensia</i> <i>cf. puniceifolia</i> establecida en el año 2005.....	35
Figura 7. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m , altura y volumen de <i>Persea</i> <i>sp.</i> , establecida en el año 2005.....	37
Figura 8. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ , altura y volumen de <i>Clarisia</i> <i>biflora</i> Ruiz & Pav., establecida en el año 2005.....	39
Figura 9. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Nectrandra membranaceae</i> (Sw.) Griseb., establecida en el año 2005. ....	41
Figura 10. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Huartea</i> <i>glandulosa</i> Ruiz & Pav., establecida en el año 2005.....	43
Figura 11 Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Tabebuia</i> <i>chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson establecida en el año 2005.....	45
Figura 12. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ , altura y volumen de <i>Swietenia</i> <i>macrophylla</i> King establecida en el año 2005 .....	47
Figura 13. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand establecida en el año 2005. ....	49
Figura 14. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ , altura y volumen de <i>Terminalia</i> <i>oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud establecida en el año 2009 .....	51
Figura 15. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Clarisia</i> <i>racemosa</i> Ruiz & Pav establecida en el año 2009.....	53

Figura 16. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ , altura y volumen de <i>Apeiba membranacea</i> Aubl establecida en el año 2009.....	55
Figura 17. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Cedrela odorata</i> L. establecida en el año 2009.....	57
Figura 18. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Guarea kunthiana</i> A.Juss establecida en el año 2009. ....	59
Figura 19. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Caryodendron orinocense</i> Karsten establecida en el año 2009.....	61
Figura 20. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Pouteria capasifolia</i> Pilz establecida en el año 2009.....	63
Figura 21. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Terminalia amazonia</i> (J. F. Gmel) Exell, establecida en el año 2009.....	65
Figura 22. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Albizia</i> sp., establecida en el año 2009.....	67
Figura 23. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Nectandra</i> sp., establecida en el año 2009.....	69
Figura 24. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Podocarpus tepuyense</i> J. Buchholz & N.E. Gray establecida en el año 2009. ....	71
Figura 25. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb establecida en el año 2009.....	73
Figura 26. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Pictocoma discolor</i> (Kunth) Pruski establecida en el año 2009.....	75
Figura 27. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ , altura y volumen de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don., establecida en el año 2009.....	77
Figura 28. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Heliocarpus americanus</i> L. establecida en el año 2009.....	79
Figura 29. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A.Mey. ex C.A.Mey establecida en el año 2009.....	81
Figura 30. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Aspidosperma laxiflorum</i> Kuhlmsch. establecida en el año 2009.....	83
Figura 31. Crecimiento e incremento medio anual en $D_{1,30}$ m, altura y volumen de <i>Remigia</i> sp., establecida en el año 2009.....	85

**ÍNDICE DE ANEXOS**

	<b>Páginas</b>
Anexo 1. Especies arbóreas plantadas en el jardín botánico El Padmi .....	109
Anexo 2. Formulario para recolección de datos de crecimiento de las 29 especies forestales del Jardín Botánico El Padmi. ....	110
Anexo 3. Análisis de correlación entre el $D_{1,30\text{ m}}$ y altura con el volumen.....	111
Anexo 4. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo donde están establecidas las 29 especies forestales .....	112





## 1. RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el Jardín Botánico de la Quinta El Padmi de la Universidad Nacional de Loja, ubicada en la parroquia Los Encuentros del cantón Yantzaza en la provincia de Zamora Chinchipe. La investigación determinó el crecimiento en  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ) de 29 especies forestales. Además, se evaluó la supervivencia (%), el diámetro de copa (m), forma de copa, apertura de dosel (%), índice de esbeltez (%), índice de espacio vital ( $\text{m}^2$ ). También se realizó el análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo donde están establecidas las especies forestales.

El diseño del ensayo es en bloques, en cada bloque se estableció una especie con 18 individuos a un espaciamiento de 3 x 3 m, plantadas en dos fechas, año 2005 (11 especies) y año 2009 (18 especies). La finalidad de la investigación es identificar las especies de mejor supervivencia y crecimiento, que permita impulsar el fomento forestal, mediante el establecimiento de plantaciones forestales y sistemas agroforestales, con comunidades rurales, gobiernos locales, instituciones que funcionan en la amazonia sur y, de esta manera restar la presión sobre el bosque primario y secundario.

Las especies establecidas en el año 2005, que demostraron mejor supervivencia y crecimiento son: *Cedrelinga cateniformis*, *Persea* sp., *Huartea glandulosa*, *Lafoensia* cf. *punicifolia*, *Platymiscium pinnatum*, *Clarisia biflora* y *Vitex cymosa*; estas especies son por ahora recomendables para el establecimiento de plantaciones y sistemas agroforestales, considerando características similares del sitio, por presentar mejor crecimiento en  $D_{1,30\text{ m}}$ , altura (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ).

Las especies establecidas en el año 2009 que mejor supervivencia y crecimiento presentaron son: *Nectandra* sp., *Terminalia oblonga*, *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Caryodendron orinocense*, *Terminalia amazonia*, *Albizia* sp., *Ochroma pyramidale*, *Piptocoma discolor*, *Heliocarpus americanus*, *Aspidosperma laxiflorum*, *Pouteria capasifolia*, *Clarisia racemosa* y *Cedrela odorata*; estas especies, se recomienda para establecer plantaciones forestales y/o sistemas agroforestales.

Referente al diámetro y forma de copa de las especies establecidas en el año 2005, siete presentan mejores diámetros de copa, mayores a 2,5 m, con forma mayormente

redondeada, sombrilla y elipsoidal. Mientras que las especies forestales establecidas en el año 2009, ocho presentan mejores diámetros de copa con forma de copa predominantemente redondeada, colgante y elipsoidal. El índice de esbeltez establece que los valores superiores a 100 se consideran de carácter crítico, mientras que cercanos a 70 son normales. Las especies forestales establecidas en el año 2005, que presentan grado de alteración e inestabilidad de la masa son; *Vitex cymosa* y *Nectandra membranacea* y, las especies establecidas en el año 2009 que mayor inestabilidad de masa presentan son: *Pouteria capasifolia*, *Terminalia amazonia*, *Jacaranda copaia*, *Triplaris cumingiana* y *Aspidosperma laxiflorum*.

En relación al análisis físico y químico del suelo, en los bloques donde están establecidas las 29 especies forestales, demuestran que el mayor contenido de materia orgánica y nitrógeno se da en los bloques donde están establecidas: *Platymiscium pinnatum*, *Persea* sp., *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Albizia* sp., *Pouteria capasifolia*, *Heliocarpus americanus*, *Aspidosperma laxiflorum*, *Ochroma pyramidale*, *Pictocoma discolor* y *Remigia* sp., esto ha permitido que estas especies tengan un buen crecimiento y desarrollo en relación a los otros bloques donde fueron plantadas las demás especies, presentando bajos contenidos en materia orgánica y nitrógeno.

## ABSTRACT

This research was conducted at the Botanical Garden of the Fifth Padmi The National University of Loja, located in the parish of Los Encuentros Yantzaza canton in the province of Zamora Chinchipe. The investigation determined the growth of 29 tree species in  $D_{1,30}$  (cm), height (m) and volume ( $m^3$ ). Besides survival (%), crown diameter (m), cup-shaped canopy openness (%) rates ratio (%) and living space ( $m^2$ ) was evaluated. Analysis of physical and chemical soil where they were established forest species properties was also performed.

The trial design is in blocks, each block a species with 18 individuals at a spacing of 3 x 3 m planted two periods in 2005 (11 species) and 2009 (18 species) was established. The purpose of the research is to identify the species of greatest growth and survival to establish forest plantations and agroforestry systems with rural communities, local governments, institutions of the southern Amazon, to curb pressure on native forests.

The species established in 2005, demonstrating greater growth and survival are *Cedrelinga cateniformis*, *Persea* sp., *Huartea glandulosa*, *Lafoensia* cf. *punicifolia*, *Platymiscium pinnatum*, *Vitex cymosa* and *Clarisia biflora*, these species are now recommended for the establishment of plantations and agroforestry systems, to present better growth in  $D_{1,30}$ , height and volume, considering the similar features of the site.

The species established in 2009 to further growth and survival are presented: *Nectandra* sp, *Terminalia oblonga*, *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Caryodendron orinocense*, *Terminalia amazonia*, *Albizia* sp., *Ochroma pyramidale*, *Piptocoma discolor*, *Heliocarpus americanus*, *Aspidosperma laxiflorum*, *Pouteria capasifolia*, *Cedrela odorata* and *Clarisia racemosa*; these species, it is recommended to establish forest plantations and / or SAF.

The diameter and cup-shaped species established in the year 2005, seven presented the best cup diameters greater than 2,5 m, and how frequently is rounded, umbrella and ellipsoidal, while forest species established in year 2009, eight have better growth and cupped most predominant are rounded and ellipsoidal pendant. The slenderness ratio states that values above 100 are considered mission critical, while close to 70 is

considered normal. Forest species established in 2005, have degree of disturbance and instability of the mass are; *Vitex cymosa* and *Nectandra membranacea* and species established in 2009 to further instability mass presented are: *Pouteria capasifolia*, *Terminalia amazonia*, *Jacaranda copaia*, *Triplaris cumingiana* and *Aspidosperma laxiflorum*.

In relation to physical and chemical analysis of soil, in blocks where 29 forest species are established, show that the highest content of organic matter and nitrogen occurs in blocks species *Platymiscium pinnatum*, *Persea* sp., *Albizia* sp., *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Pouteria capasifolia*, *Heliocarpus americanus*, *Aspidosperma laxiflorum*, *Ochroma pyramidale*, *Pictocoma discolor* and *Remigia* sp., this has allowed the species have good growth and development in relation to other species with low organic matter content and nitrogen. The result of the analysis is established as the baseline, it will allow future research to perform statistical analysis of correlation and regression, how involved in the growth of forest species.

## 2. INTRODUCCIÓN

La deforestación es la destrucción a gran escala de los bosques por la acción humana; según el MAE (2012), anualmente en el Ecuador continental se deforestan 77 647 hectáreas que corresponde a una tasa de deforestación del 0,66 %, de las cuales 37 931 hectáreas corresponden a la región amazonia y 11 883 en la provincia de Zamora Chinchipe; el 70 % de la madera comercializada ilegalmente en Ecuador proviene del bosque húmedo Tropical (Amazonía y Esmeraldas) La población y los madereros sobre-explotan las especies forestales comerciales; razón que ha llevado a la desaparición casi total de las especies valiosas (Beck *et al.*, 2008; Aguirre, 2008; Aguirre y Maldonado, 2004). Es por eso que actualmente los bosques naturales en especial de la amazonia sur del Ecuador, son bosques secundarios en su mayoría con especies de sucesión secundaria que contienen escasos árboles, pero con una excelente diversidad en otros hábitos de crecimiento, estos bosques también tiene un potencial valor comercial y sus especies deben ser estudiadas (Smith *et al.*, 1997).

En la provincia de Zamora Chinchipe la pérdida de recursos forestales es alarmante, debido a la conversión de uso, minería artesanal a gran escala, ineficiente control forestal lo que permite que se siga aprovechando madera y destruyendo los escasos remanentes boscosos existentes y degradando la biodiversidad (Aguirre, 2008). La tasa de reposición es menor a la de extracción de los recursos forestales (FAO, 2002).

A esto se suma la situación de que la propia población maneja una visión equivocada de los recursos que el bosque dispone, subvalorando los servicios ecosistémicos que le brinda (Freile *et al.*, 2010; Aguirre y Maldonado, 2004). Son escasas las experiencias donde un colono o nativo plante especies vegetales (árboles, arbustos o hierbas) con el propósito de disponer madera y otros productos en el futuro. En estas circunstancias, la región sur de la amazonia posee una riqueza florística que solo es cosechada y degradada por parte de la población colona y nativa (Palacios, 2010a; Palacios, 2010b; Freile *et al.*, 2010).

Los bosques secundarios de la amazonia sur del Ecuador, no han sido estudiados a profundidad, por lo que no existe información (valores de crecimiento y producción primaria) de las especies forestales que los conforman. Los pocos estudios realizados se

han enfocado en conocer la dinámica<sup>1</sup> de las especies (crecimiento, mortalidad, reclutamiento) con valor económico actual y no aquellas que tienen potencial como nuevas fuentes de aprovechamiento (Freile *et al.*, 2010).

Los estudios de dinámica de la vegetación natural en la amazonia sur del Ecuador son limitados; destacan los experimentos iniciales instalados por: la Universidad de Aarhus Dinamarca que estableció tres parcelas permanentes en la zona del Bombuscaro dentro del Parque Nacional Podocarpus (Zamora), en Cajanuma (Loja), Nudo de Sabanilla (Yangana). En el corredor fluvial Zamora-Nangaritza, en la Quinta El Padmi de la Universidad Nacional de Loja, en el bosque siempreverde piemontano, Naranjo y Ramírez (2009), establecieron en el 2008 dos parcelas de una hectárea cada una, las cuales han sido evaluadas por González y Pardo en el 2013.

De otro lado es importante impulsar la producción forestal, mediante programas de reforestación, restauración, enriquecimiento e implementación de sistemas agroforestales, considerando especies útiles para madera y otros usos, que sean de interés de los colonos y nativos de la región y, para esto es necesario disponer información, acerca de la dinámica forestal y métodos adecuados para manejar este tipo de vegetación secundaria. Estos conocimientos facilitarán la toma de decisiones para el uso y manejo de especies forestales, conservación de la biodiversidad y formación de talentos humanos en el sector forestal local y regional, cuya información generada sobre el crecimiento de las especies en condiciones *ex situ*, serán la base técnica para determinar la pertinencia de usar o no una determinada especie y, así aportar al desarrollo forestal sustentable de la Región Sur de la Amazonía Ecuatoriana.

La presente investigación se desarrolló entre enero a diciembre del 2013, en el jardín botánico El Padmi, sistematizando una base de datos con el crecimiento registrado desde el año 2005 que se inició la investigación sobre especies forestales (Aguirre y León, 2010), con el apoyo logístico del proyecto: Dinámica de crecimiento y fenología de un ensamble de especies forestales establecidas en el jardín botánico El Padmi y, el Herbario Reinaldo Espinosa de la Universidad Nacional de Loja.

---

<sup>1</sup> La dinámica es un proceso ordenado de cambios en la vegetación (Miller, 1994).

Con esta investigación se determinó la dinámica de crecimiento de las especies forestales, establecidas en los años 2005 y 2009; se presentan resultados de: porcentaje de supervivencia, crecimiento total, incremento medio anual ( $D_{1,30\text{ m}}$ , altura y volumen), diámetro de copa, forma de copa, apertura de dosel y análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo donde están establecidas las especies.

Los objetivos propuestos para desarrollar esta investigación fueron los siguientes:

Objetivo General:

- Generar conocimiento básico de la dinámica de crecimiento de 29 especies forestales para aportar y fomentar con alternativas productivas forestales y agroforestales sustentables para la amazónica sur del Ecuador.

Objetivos Específicos:

- Determinar la tasa de crecimiento ( $D_{1,30\text{ m}}$ , altura y volumen) de 29 especies forestales nativas establecidas en el Jardín Botánico El Padmi.
- Analizar las propiedades físicas y químicas del suelo de cada bloque donde están las 29 especies forestales establecidas.
- Difundir los resultados a los interesados mediante trípticos y disertaciones para su conocimiento.

### **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1. Dinámica Poblacional de Bosques**

La dinámica es un proceso ordenado de cambios en la vegetación (estructura y composición de las especies). Este proceso ordenado de cambio de los cuerpos en el bosque puede ser medido mediante tres indicadores fundamentales: el crecimiento de los rodales y las especies arbóreas, la tasa de mortalidad y la tasa de reclutamiento. Las poblaciones sufren cambios en su tamaño, densidad, dispersión y distribución de edad en respuesta a cambios en las condiciones ambientales con exceso o escasez de alimentos u otros nutrientes críticos. Estos cambios en las propiedades de las poblaciones se denominan dinámica poblacional (Miller, 1994).

Dinámica es el proceso permanente de cambio en la estructura y funcionamiento de un ecosistema. El proceso reproductivo de los árboles se puede considerar como una serie de fases consecutivas, las cuales comprenden la floración, los sistemas de polinización y fecundación, los procesos de dispersión de frutos y semillas, la latencia o dormancia de las semillas y la germinación de las mismas. La fase final de este proceso corresponde al establecimiento de las plántulas y su mantenimiento dentro de un ambiente en donde ellas pueden crecer hasta convertirse en árboles reproductivamente maduros. La regeneración le permite a las especies permanecer a través del tiempo dentro de un bosque en particular (Melo y Vargas, 2003).

#### **3.2. Crecimiento de la Vegetación**

Según estudios realizados por Cocios (1966), señala que el crecimiento de las plantas está regulado por una serie de factores: genéticos, inertes o internos y del ambiente. En consecuencia, el crecimiento de los árboles tanto en diámetro como en altura está relacionado con estos factores. Además, indica que el crecimiento es un proceso cuantitativo, relacionado con el aumento en masa del organismo y, el desarrollo cualitativo se refiere a los cambios experimentados por la planta durante la fase de crecimiento.



### **3.3. Tipos de Crecimiento**

#### **3.3.1. Crecimiento diamétrico**

El diámetro es una de las variables más usadas para conocer la estructura y crecimiento de un bosque, en base a la cual se puede determinar el área basal, volumen, crecimiento, clasificación de sitios (Loján, 1977).

El crecimiento del  $D_{1,30\text{ m}}$  se refiere al aumento de diámetro del árbol en un periodo de tiempo. Este crecimiento se da por la actividad que realiza el cambium por medio de los factores internos y externos, no es igual a lo largo del tronco, para evaluarlo se mide el  $D_{1,30\text{ m}}$  a inicio y final del periodo (Loján, 1977).

Spurr (1995) define el crecimiento como la suma de los incrementos en un periodo de tiempo dado. Para Husch *et al.*, (1972) el crecimiento de los árboles consiste en el engrosamiento y alargamiento de las raíces, tallos y ramas.

También el crecimiento diamétrico se define como el aumento en grosor del tronco en cada árbol debido a la actividad del cambium, generadora de líber hacia fuera y leño (madera) hacia adentro. El crecimiento diametral del árbol individual es afectado por la espesura, es muy sensible a cambios en ésta, como aquellos causados por el aclareo. El crecimiento diametral determina el grado de aprovechamiento de la madera (Aldana, 2012).

#### **3.3.2. Crecimiento en altura**

El crecimiento en altura de un vegetal es el desarrollo alcanzado a una edad determinada, expresada en metros, y que está dada por la actividad que realiza la yema terminal. Es quizás el cambio más notorio, especialmente en la edad juvenil en que es fácil observar la rapidez con que cambia la altura en un periodo corto de tiempo. Es otra de las variables necesarias para calcular el volumen, crecimiento y clasificación de los sitios (Spurr, 1995).

### **3.3.3. Crecimiento en área basal**

El área basal se define como el crecimiento diamétrico (grosor del fuste a 1,30 m) de cada individuo en un periodo de tiempo; este incremento se evalúa en base a la medición del diámetro, vale indicar que un crecimiento de área basal constante por año significa que el crecimiento diamétrico va en disminución (Loján, 1977).

### **3.3.4. Crecimiento volumétrico**

Loján (1977) define como el cambio de volumen en un periodo de tiempo, se evalúa calculando la diferencia de los volúmenes que el árbol tenía al principio y al final del periodo. Aldana (2012), menciona que es el resultado de la combinación del crecimiento longitudinal y diametral. El crecimiento longitudinal es más importante durante la juventud, el crecimiento diametral es más importante hacia la madurez. Durante la mayor parte del turno el efecto de crecimiento diametral es mayor

El crecimiento volumétrico (por árbol individual) está sujeto al control silvicultural, ya que depende principalmente del crecimiento diametral, que a la vez es muy sensible a la espesura del dosel. Como consecuencia, el crecimiento volumétrico puede ser controlado en gran parte mediante el manipuleo del espaciamiento, es decir, con el aclareo. El crecimiento volumétrico depende también de la forma del árbol, la cual es afectada por la espesura (Aldana, 2012).

### **3.3.5. Incremento periódico anual y crecimiento medio anual**

El incremento periódico anual (IPA) es el incremento durante un periodo de tiempo determinado, dividido por el número de años del periodo; por ejemplo lo crecido en promedio en 5, 10, 15 años. Se calcula la base de los valores al principio y final del periodo y número de año. El incremento medio anual (IMA) es el crecimiento total hasta una edad determinada, dividido por dicha edad; por ejemplo el crecimiento en una edad de 7 años (Loján, 1977).

### 3.4. Análisis de Correlación y Regresión Lineal

En forma específica el análisis de correlación y regresión comprende el análisis de los datos muestrales para saber qué es y cómo se relacionan entre si dos o más variables en una población. El análisis de correlación produce un número que resume el grado de la correlación entre dos variables; y el análisis de regresión da lugar a una ecuación matemática que describe dicha relación (Vila *et al.*, 2010).

### 3.5. Índices en el Crecimiento de la Vegetación

#### 3.5.1. Índice de esbeltez

La notación habitual  $E$ , definido como el cociente entre la altura de un árbol ( $h$ ) y su diámetro normal ( $d$ ), en unidades iguales. Más que la espesura actual, esta forma de proceder suministra una valiosa información sobre el pasado silvícola del rodal:

$$E = \frac{h}{d} \times 100$$

Es un adimensional superior a la unidad. Se puede aplicar al árbol individual y si se aplica a la masa, se hará entre diámetros y alturas medias o entre diámetros y alturas dominantes. También expresa el grado de estabilidad de la masa, pues a coeficientes de esbeltez mayor a 100, corresponden mayores daños abióticos y normales los cercanos a 70. Es un índice directamente proporcional a la espesura, que tarda en cambiar en una masa a lo largo del tiempo después de una clara y que es eficaz para comparar masas de la misma especie, edad y calidad de estación (Serrada *et al.*, 2008)

#### 3.5.2. Índice de espacio vital

Se trata de un índice de espesura que ha sido muy utilizado en España, en la actualidad ha caído en desuso. Tiene el inconveniente de una denominación que puede inducir a errores (Serrada *et al.*, 2008).

$$IEV = DC/D_{1,30 m}$$

DC = Diámetro de copa.

$D_{1,30 m}$  = diámetro normal a 1,30 m del suelo.

Según Ramos (1979) este índice se basa en considerar que dos indicadores básicos del desarrollo o morfología de un árbol, consecuencia de la espesura en que vive o ha vivido, es el desarrollo lateral de la copa y el diámetro normal. Si se llama “d” al diámetro normal y “l” al lado del cuadrado de superficie equivalente a la de la proyección de su copa, la relación de espaciamiento resulta del cociente l/d, que tiende a caracterizar la forma de los árboles de cada especie, y dentro de la especie a los de cada edad. Será un adimensional o apreciación de la forma de copa de cada especie.

### **3.6. Dinámica de crecimiento de especies forestales**

¿Es posible predecir cómo cambian las especies tanto como se puede predecir los cambios de clima?, ¿Dentro de 100 años estarán aquí las mismas especies que se conoce ahora?, ¿Qué tan importantes son los eventos fortuitos, por ejemplo: si un ave migratoria dispersa semillas de una especie originaria de un lugar distante en el bosque (Smithsonian Tropical Research Institute, 2012).

En 1980, algunos botánicos midieron e identificaron más de un cuarto de millón de especies arbóreas (especies de estrato arbóreo cuyo diámetro basal fuese mayor de un centímetro). Todos los árboles fueron identificados y colocados en mapas de una parcela de 50 hectáreas en Barro Colorado (Panamá). Este censo ha sido repetido en 1985, 1990 y 1995, posiblemente es el ejemplo más notorio para conocer cómo crecen las especies tropicales (Smithsonian Tropical Research Institute, 2012).

En Ecuador se han realizado plantaciones forestales en varias zonas de los Andes, Costa y Amazonia, pero con escasas excepciones se ha monitoreado el crecimiento de las plantas; si se considera que éste es un proceso cuya velocidad es muy variable en el mundo vivo, sería casi una obligación realizar el seguimiento a las plantaciones establecidas (Farias, 1997).

Existen plantas que alcanzan grandes tallas en corto tiempo y otras que llevan muchos años en alcanzar su tamaño máximo, de manera que hay plantas que culminan su ciclo completo en meses (*Ochroma pyramidale* y *Heliocarpus americanus*), mientras que otras viven por siglos (*Platymiscium pinnatum*). Las responsables del crecimiento son las células que se encuentran en diversas partes de la planta, así: en las yemas del ápice del tallo,

axilas de las hojas y ramas, a veces en los bordes de las hojas y en la base del tallo, en la punta y axilas de las raíces, en los tejidos que originan leño formando delgadas capas bajo la corteza. A partir de estos conglomerados se desarrolla el crecimiento del tallo, nuevas ramas, nuevas raíces, hojas, flores y frutos y, mientras se conserven vivos, la planta, en su conjunto, vivirá (Farias, 1997).

El entendimiento de la dinámica de un bosque y de sus especies involucra el conocimiento de diferentes variables, entre las que destaca el crecimiento de los árboles, el cual es un proceso que depende de factores ambientales y de las características propias de las especies (Lambers *et al.*, 1998). El crecimiento de los árboles es importante tanto económica como ecológicamente, por su utilidad para estimar y predecir el rendimiento forestal (Vanclay, 1994), así como por su papel en el entendimiento de la demografía poblacional y la dinámica del bosque (Swaine y Lieberman, 1987). Las tasas de crecimiento de los árboles en los bosques tropicales reflejan la variación en las estrategias de la historia de vida, definen límites a la cosecha de madera y controlan el balance de carbono (Baker *et al.*, 2003).

Hasta ahora, se ha realizado poca investigación sobre cómo varían las tasas de crecimiento de árboles adultos a través de gradientes ambientales, variación que podría ser crítica para la distribución y abundancia de las especies. El crecimiento lento está ligado a una mortalidad alta o a tasas de reclutamiento bajas. Por ejemplo, en un bosque semicaducifolio en Ghana se encontró que los árboles con crecimiento lento mostraron las mayores tasas de mortalidad (Swaine y Lieberman, 1987).

Aun cuando hay poca información sobre los patrones espaciales de crecimiento arbóreo en el trópico, es claro que este proceso está limitado por las variables ambientales a diferentes escalas temporales y espaciales. La radiación y la disponibilidad de agua y de nutrientes en el suelo pueden ser factores importantes que determinen las tasas de crecimiento (Baker *et al.*, 2003). Además, se ha observado que las tasas de crecimiento individual dependen de una combinación del tamaño del árbol, características ecológicas específicas y de los árboles vecinos (Peâlissier y Pascal, 2000).

De otro lado la variación inter-específica en la tasa de crecimiento potencial máximo es uno de los factores más importantes en la definición de grupos funcionales, dado que

ésta integra numerosos rasgos que subyacen los compromisos entre las estrategias para la adquisición de recursos (nutrientes), la defensa contra enemigos naturales y la asignación a reproducción (Baker *et al.*, 2003).

Swaine y Whitmore (1988) proponen agrupar a las especies arbóreas de acuerdo con sus requerimientos de luz, resultando dos grupos ecológicos relativamente homogéneos: pioneras y clímax; además, usan un segundo criterio basado en las alturas esperadas en la madurez. Esta clasificación coincide con la de Shugart (1984) en que el síndrome de pioneras o no pioneras equivale a los requerimientos de claros para la regeneración y la altura a la capacidad de crear claros. Se cuestiona la existencia de una dicotomía fundamental de tipos de historia de vida entre los árboles, afirmando que las especies cubren una amplia continuación de características, respuestas y requerimientos (Whitmore, 1989; Davies, 2001; Poorter y Arets; 2003, Saldaña-Acosta *et al.*, 2008). Finalmente para mejor comprensión, al considerar el continuum de respuesta de las especies arbóreas a la luz, se han reconocido tres grupos: demandantes de luz (heliófitas – pioneras), tolerancia media (nómadas) y tolerancia alta (esciófitas - tolerantes).

En cuanto a las características de cada uno de los tipos señalados, las pioneras (conocidas como sucesionales tempranas, intolerantes a la sombra o secundarias) tienen semillas que germinan sólo en claros, donde los rayos del sol pueden llegar al nivel del suelo, por lo menos una parte del día. Las tolerantes intermedias pasan de un estadio juvenil al reproductivo, con la participación de claros. Las tolerantes (no pioneras, sucesionales tardías) tienen la capacidad de germinar en la sombra, raramente a pleno sol, y además pueden establecerse y sobrevivir en lugares sombreados, pero también se encuentran en lugares abiertos. Tienen períodos de vida similares a las tolerantes intermedias, pero permanecen durante una alta proporción de su vida en condiciones limitadas de luz (Swaine y Whitmore, 1988; Martínez y Ramos, 1985).

### **3.7. Estudios de crecimiento de árboles en el sur del Ecuador**

En el sur de Ecuador se han realizado escasos estudios al respecto, así: Ojeda y Montoya (1985) realizaron el “Estudio de crecimiento de seis especies forestales nativas en dos zonas ecológicas de la provincia de Loja (Loja y Zapotillo), analizando las especies: *Juglans neotropica* (nogal), *Cedrela montana* (cedro), *Nectandra* sp., (canelo), *Loxopterygium*

*huasango* (gualtaco), *Tabebuia chrysantha* (guayacán) y *Myroxylon balsamum* (chaquino). El periodo de evaluación de crecimiento fue de un año y se obtuvieron los resultados que se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Evaluación del crecimiento en altura en el periodo de un año de seis especies forestales nativas

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Crecimiento promedio mensual (cm)</b>	<b>Altura total (m) en un año</b>
Nogal	<i>Juglans neotropica</i>	6	0,75
Cedro	<i>Cedrela montana</i>	10	1,2
Canelo	<i>Nectandra</i> sp.	9	1,08
Gualtaco	<i>Loxopterygium huasango</i>	6	0,8
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	8	0,96
Chaquino	<i>Myroxylon balsamum</i>	9	1,1

Sánchez y Rosales (2002) realizan el estudio: “Dinámica poblacional en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus”, manifiestan que en la primera toma de datos se encontraron 2310 individuos en 29 familias, 78 especies con 43,97 m<sup>2</sup> de área basal, volumen total de 271,23 m<sup>3</sup> y un total de 176 rebrotes en una hectárea. Después de 12 años la parcela de Cajanuma tuvo una mortalidad de 499 individuos e ingresaron 469 quedando un total de 2280 árboles y 112 rebrotes. El número de especies paso de 78 a 80 y de 29 a 30 familias, el área basal de 43,97 a 45,80 m<sup>2</sup> y volumen de 271,23 a 284,95 m<sup>3</sup>. El crecimiento en área basal fue de 1,83 m<sup>2</sup>/ha y un volumen de 13,72 m<sup>3</sup>/ha producto del reclutamiento dentro del D<sub>1,30 m</sub> mínimo ( $\geq 5$  cm) y el crecimiento en diámetro y altura de los árboles sobrevivientes. La tasa de dinamismo fue de 2,05 % por año.

Jaramillo y Muñoz (2009) en un estudio realizado en la Estación Científica San Francisco determinaron que el género *Nectandra* se desarrolla mejor en condiciones bajo sombra, es considerada una especie esciófita, este género en estado latente conservan la capacidad de reaccionar con un fuerte crecimiento ante cualquier mejora en las condiciones de luz, lo que explicaría la respuesta favorable de esta especie en las áreas intervenidas.

El crecimiento periódico anual de la regeneración natural en las categorías de altura I y II (5 a 100 cm) fue mayor en el área testigo (13,32 cm y 10,53 cm respectivamente) que en las áreas intervenidas, aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; para las categorías de altura III y IV (100 a 200 cm), el crecimiento periódico anual de la regeneración natural fue mayor en el área sometida a intervención fuerte (13,75 cm y 14,19 cm) con relación a las otras dos áreas.

Aguirre *et al.* (2013), destacan el crecimiento inicial de 15 especies nativas en el centro de conservación en El Padmi. Analizando el comportamiento del crecimiento en diámetro y altura se determina que existen tres grupos de especies: un grupo con *Huartea glandulosa*, *Lafoensia cf. punnicifolia*, *Clarisia racemosa* y *Nectandra sp.*, que tienen los mejores incrementos anuales tanto en diámetro y altura (0,833 cm/año), su crecimiento se puede considerar muy bueno en relación a las demás especies. El segundo grupo de especies lo conforman *Switenia macrophylla* y *Vitex cymosa*, con incrementos intermedios (0,7745 cm/año). Y un tercer grupo con crecimientos malos, conformado por 9 especies donde *Cedrellinga cataeniformis* (0,34 cm/año) y *Nectandra membranacea* (0,88 cm/año) son las especies con incrementos incipientes. Las especies de mayor crecimiento en diámetro y altura son las especies: *Huartea glandulosa*, *Nectandra sp.*, *Clarisia racemosa*, *Lafoensia cf. punnicifolia* y *Vitex cymosa*. Estas especies se han constituido en los árboles dominantes en el Jardín Botánico y pueden recomendarse preliminarmente para programas de reforestación y restauración en la amazonia sur, considerándose su valía como árboles de interés comercial y desde el punto de vista ecológico son especies esciófitas, difíciles de adaptarse fuera del bosque, pero los resultados en esta investigación sugieren que es posible su plantación en condiciones *ex situ*.

Naranjo y Ramírez (2009) en la Quinta El Padmi de la Universidad Nacional de Loja ubicada en el cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, instalaron dos parcelas permanentes de 1 ha cada una separadas entre sí por una distancia aproximada de 1000 m, los resultados obtenidos son:

Se registró un total de 230 especies en las parcelas “Quebrada El Padmi” y “Sendero a la Meseta Rocosa”, distribuidas en función de su hábito de crecimiento, en 135 árboles, 36



arbustos, 35 hierbas, 21 epifitas vasculares y 3 lianas/bejucos. Las especies representativas del bosque son: *Grias peruviana* (Lecythidaceae), *Iriartea deltoidea* (Arecaceae), *Caryodendron orinocense* (Euphorbiaceae), que se encuentran entre las diez especies más abundantes y con mayor índice de valor de importancia (IVI). Las familias más diversas son: Moraceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Mimosaceae; el estado de conservación del bosque es BUENO<sup>2</sup> y el endemismo es relativamente bajo por cuanto se registró 6 especies endémicas: *Rollinia dolichopetala*, *Swartzia aureosericea*, *Pouteria capacifolia*, *Piper longepilosum*, *Peperomia fraseri*, *Peristeria lindenii*.

Las especies comunes en las dos parcelas son: *Grias peruviana*, *Iriartea deltoidea*, *Caryodendron orinocense*, *Sorocea* sp. *Trophoides* sp. y *Claricia racemosa*. El potencial maderero del bosque está dado por especies comercialmente valiosas como: *Terminalia amazonia* (yumbingue) y *Cedrelinga cateniformis* (seique).

Estas parcelas fueron medidas en el año 2012 por González y Pardo (2013), donde determinaron que el incremento volumétrico por año en las dos parcelas del bosque nativo en la Quinta El Padmi para la parcela "Quebrada El Padmi" es de 2,58 m<sup>3</sup>/ha/año y para la parcela "Sendero a la Meseta Rocosa" de 5,46 m<sup>3</sup>/ha/año, con estos resultados determinan que el incremento periódico anual es alto, debido a las condiciones climáticas favorables de este tipo de bosques que facilitan el crecimiento de las especies. Además, al comparar los valores de 2012 con 2008, se observó que el valor del área basal presentó un crecimiento de 29,42 m<sup>2</sup> a 31,06 m<sup>2</sup> en la parcela Quebrada El Padmi (X) y de 30,93 m<sup>2</sup> a 32,59 m<sup>2</sup> en el Sendero a la Meseta Rocosa (Y).

Finalmente la riqueza florística de los bosques tropicales húmedos de la Amazonía sur del Ecuador, está amenazada por la explotación insostenida a lo largo de la historia, que ha desembocado en la explotación y destrucción de los bosques, con el propósito de establecer minería a pequeña y gran escala, conversión a grandes extensiones de pastos para ganadería y a la extracción selectiva de maderas de alto valor comercial (Maldonado y Aguirre, 2004).

---

<sup>2</sup> Criterios. MB: Muy bueno = 4; B: Bueno = 3; R: Regular = 2; M: Malo = 1. (Gálvez *et al.*, 2006)

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Localización del Área de Estudio

#### 4.1.1. Ubicación política y geográfica

La investigación se desarrolló en el Jardín Botánico El Padmi localizado en la Quinta El Padmi de propiedad de la Universidad Nacional de Loja; ubicada en la parroquia Los Encuentros del cantón Yantzaza a 123 km de la ciudad de Loja (Figura 1). La quinta tiene una extensión de 103,5 ha y se encuentra ubicado en las coordenadas planas (UTM) latitud: 9585400 a 9588100 N y longitud: 764140 a 765600 E, entre una altitud de 775 a 1150 msnm (Armijos y Patiño, 2010).

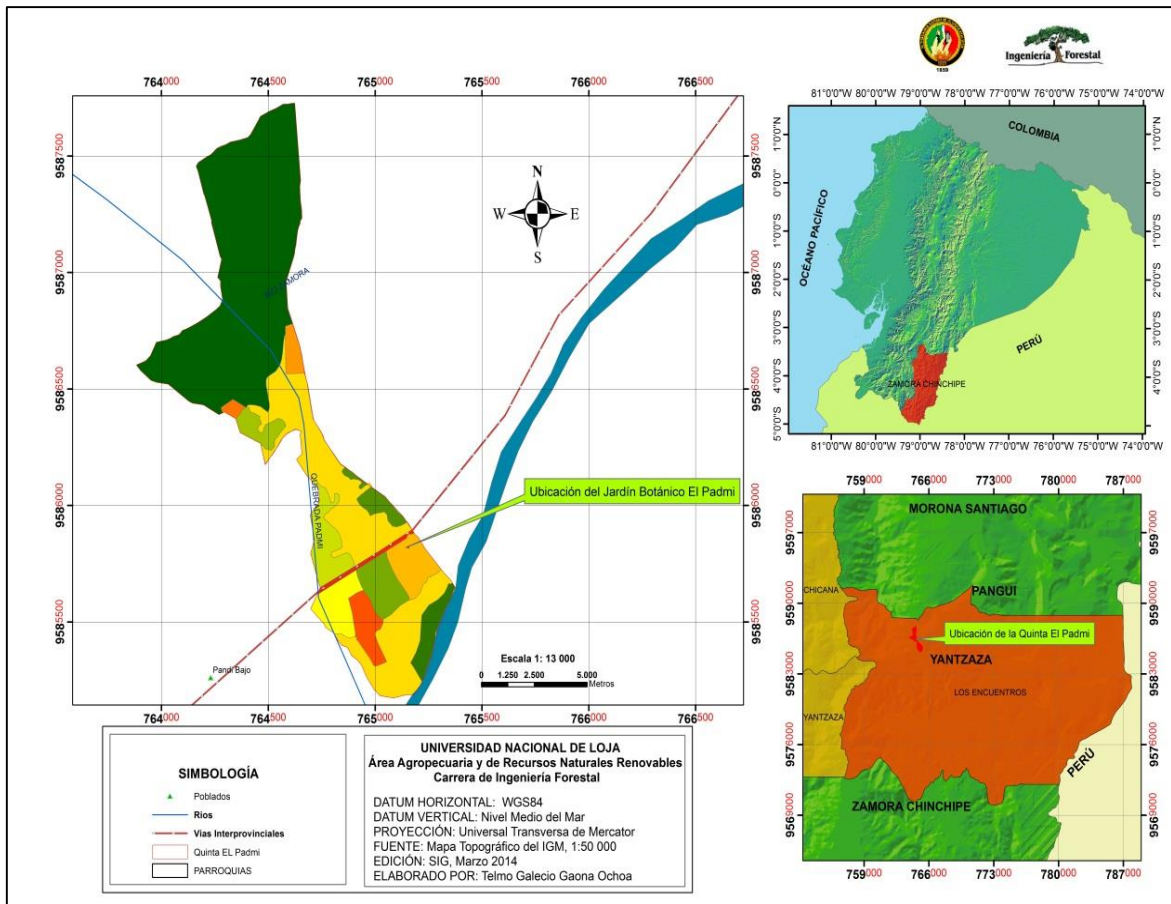


Figura 1. Ubicación geográfica del Jardín Botánico El Padmi, parroquia Los Encuentros. Adaptado (Aguirre *et al.*, 2013).

## **4.1.2. Características bioclimáticas del área de estudio**

### **4.1.2.1. Ecología**

Según Naranjo y Ramírez (2009), determinaron que la temperatura media anual es de 23°C, la precipitación media anual de 2 000 mm, el mes más lluvioso es marzo con 226 mm, mientras que el mes de menor precipitación es octubre con 132 mm, la humedad relativa es mayor al 90 %. Según la clasificación de Cañadas (1983), el clima corresponde a la transición entre el trópico subhúmedo y tropical húmedo. La zona de vida según Holdridge, es: bosque muy húmedo premontano (bh - PM) y bosque húmedo tropical (bh - T). En la quinta El Padmi existen dos tipos de vegetación: bosque siempreverde de tierras bajas y bosque siempreverde piemontano (Sierra *et al.*, 1999)

### **4.1.2.2. Geología y suelos**

En la parte baja de la finca, se encuentran materiales aluviales del cuaternario; en tanto que, en la parte media y alta son rocas cristalinas y metamórficas (filitas y cuarcitas). Debido a la precipitación y temperatura, en la zona predomina un ambiente de meteorización ferralítica, cuyo proceso de formación de suelos se denomina ferralitización, mismo que consiste en una acumulación residual de óxidos de hierro y aluminio, como resultado de: a) una meteorización de los minerales primarios; b) una casi completa eliminación de las bases (Ca, Mg, K); y, c) una significativa eliminación de silicio.

En la quinta El Padmi se distinguen tres estados de meteorización: reciente, intermedio y avanzado. Así los suelos de la quinta son suelos jóvenes (Entisoles) en el piso bajo (estado reciente) y de meteorización intermedia (Inceptisoles) en el piso medio, que corresponden a las áreas inclinadas y moderadamente escarpadas (Valarezo, 2004).

Según Naranjo y Ramírez (2009), en la quinta El Padmi registró una diversidad de 230 especies, distribuidas en 135 árboles, 36 arbustos, 35 hierbas, 21 epifitas vasculares y tres especies de lianas/bejucos; mientras que Armijos y Patiño (2010) determinaron 14 especies de anfibios y 11 de reptiles.

### **4.1.3. Características Socio económicas**

El barrio El Padmi dista 1 km del Jardín Botánico, está compuesto por habitantes colonos e indígenas Saraguros; la economía de los pobladores se basa en actividades agropecuarias, principalmente la agricultura y ganadería mayor y menor; también se destaca la agroindustria mediante la producción de queso, quesillo y yogurt, oferta de servicios de transportes, alimentación, artesanías y, un segmento de la población se dedica a prestar sus servicios como jornaleros para la agricultura y actividades de minería (PDOT, 2012)..

La parroquia Los Encuentros, es considerada como la capital económica de la provincia de Zamora Chinchipe, debido a sus actividades como: explotación de especies maderables de valor comercial, flujo de comercio por las concesiones mineras de la empresa Aureliam y otras que están asentadas en la zona, presencia de Cooperativa de Ahorro y Crédito como: CACPE YANTZAZA y COOPMEGO principalmente (PDOT, 2012).

## **4.2. Metodología para determinar las tasas de crecimiento de 29 especies forestales nativas establecidas en el jardín botánico El Padmi**

### **4.2.1. Diseño del ensayo**

Según Aguirre *et al.* (2013), El ensayo tiene una distribución en bloques, en cada bloque está instalada una especie con 18 individuos cada una, plantadas a un espaciamiento de 3 x 3 m. El ensayo consiste de 29 especies forestales plantadas en dos fechas, 11 en el año 2005 y 18 en el año 2009. Para la presente investigación se utilizó el diseño original para la evaluación de las tasas de crecimiento de cada una de las especies forestales (Figura 2).

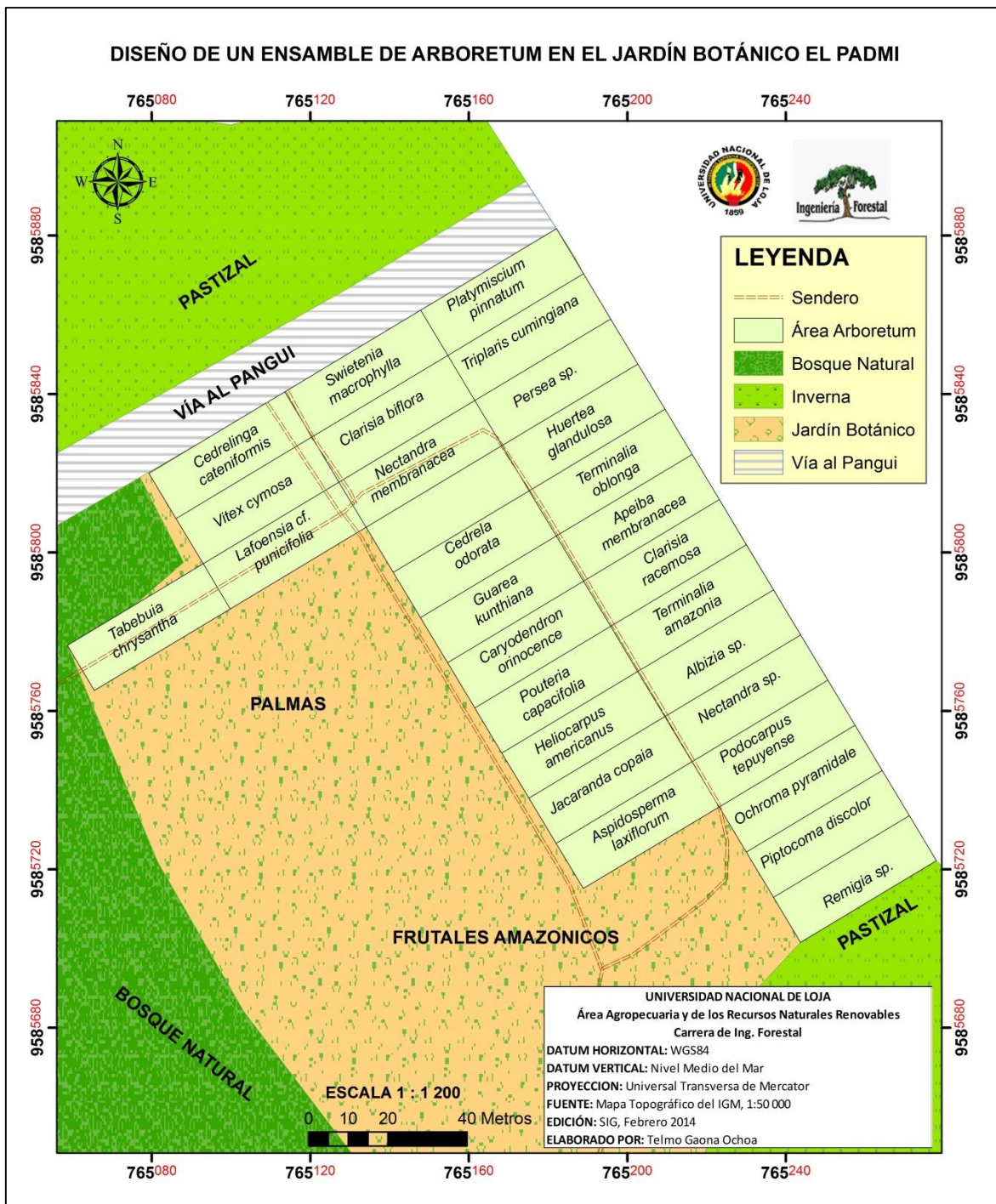


Figura 2. Distribución de las especies forestales plantadas en el Jardín Botánico El Padmi, en los años 2005 y 2009. Adaptado (Aguirre *et al.*, 2013).

#### 4.2.2. Determinación del dinamismo de las especies establecidas

El dinamismo del crecimiento se expresa por los cambios derivados de la supervivencia y crecimiento de individuos en dos periodos, el primero de 8 años (2005 al 2013) y el segundo de 5 años (2009 al 2013), con los datos dasométricos se determinó el incremento medio anual de cada especie establecida, este resultado se obtuvo del

promedio de los 18 individuos de cada especie por año, la misma que representa las fluctuaciones en su incremento anual y no la acumulación del crecimiento de la especie. La fluctuación es la dinámica de cómo crece la especie anualmente, demuestra los periodos en que la especie tiene crecimientos altos y bajos.

#### **4.2.3. Determinación de la supervivencia de las 29 especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi.**

Para determinar la supervivencia de las especies establecidas en los años 2005 y 2009, de los 18 individuos por especie plantados, se contabilizó el número de individuos vivos por especie en cada bloque, este valor se lo representa en porcentaje, además se determinó el porcentaje promedio entre las especies plantadas en el año 2005 y las plantadas en el año 2009.

#### **4.2.4. Evaluación de los incrementos medios anuales de las especies forestales**

Para determinar el incremento medio anual de las especies forestales establecidas, se realizó mediciones en dos periodos: enero y diciembre del 2013, siendo así que el incremento medio anual (IMA), es el resultado del crecimiento final menos el crecimiento inicial. Las variables evaluadas fueron: diámetro a la altura del pecho ( $D_{1,30\text{ m}}$ ), altura total, diámetro y forma de copas, apertura del dosel y requerimientos de luz. La medición se realizó a cada uno de los 18 individuos de las 29 especies establecidas; las especies evaluadas en la investigación se indican en el Anexo 1. Además, para el análisis en esta investigación se consideró los datos de la evaluación anual a partir del establecimiento, esto es 2005 (11 especies) y 2009 (18 especies).

A cada árbol se realizó una marca circular (con pintura color rojo) a una altura de 1,30 m para medir el  $D_{1,30\text{ m}}$ , para medir la altura se utilizó el hipsómetro de haga y suunto; en el Anexo 2 se presenta el formulario utilizado para la recolección de datos de crecimiento. Con estos datos se calculó el crecimiento medio anual de volumen, diámetro y altura de todas las especies plantadas en el centro de conservación, usando la fórmula planteada por Quezada *et al.*, (2012).

#### 4.2.4.1. Parámetros para determinar el crecimiento e incremento de las 29 especies arbóreas del Jardín Botánico El Padmi.

Con los datos obtenidos se calculó las variables para determinar el crecimiento e incremento de las 29 especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, para esta metodología se aplicó la fórmula planteada por Quezada *et al.*, (2012).

##### a) Crecimiento en Diámetro (cm)

$$Cr. D_{1,30m} = D_{1,30f} - D_{1,30i}$$

Dónde:

$D_{1,30f}$  = Diámetro al final del periodo

$D_{1,30i}$  = Diámetro al inicio del periodo

##### b) Crecimiento en Altura (m)

$$Cr. H = Hf - Hi$$

Dónde:

$Hf$  = Altura al final del periodo

$Hi$  = Altura al inicio del periodo

##### c) Crecimiento del Área basal (m<sup>2</sup>)

$$Cr. G = Gf - Gi$$

Dónde:

$Gf$  = Área basal final

$Gi$  = Área basal inicial

##### d) Crecimiento medio anual de volumen (m<sup>3</sup>), altura (m) y $D_{1,30m}$ (cm)

$$CMA = CF/t$$

Dónde:

CMA = Crecimiento medio anual

Cf = Crecimiento final del periodo

t = Edad de la especie en años.

##### e) Diámetro de copas (m)

Para obtener el diámetro de copa se realizó dos mediciones en sentido del sistema cartesiano, posterior se obtuvo el promedio de las dos mediciones (Arias, 2005).

$$DC = D1 + D2/2$$

Dónde:

D1 = Diámetro 1 registrado en un sentido

D2 = Diámetro 2 registrado en sentido contrario

#### f) Forma de copas

Se realizó la estimación aproximada de la forma de copa, considerando los aspectos sobresalientes señalados por Fernández (2010), con las siguientes apreciaciones de forma (Figura 3).



Figura 3. Forma de copas considerando sus aspectos sobresalientes (Roglich, 2012).

#### g) Apertura de dosel

Para determinar la apertura del dosel, se utilizó el densiómetro y se determinó el porcentaje promedio de cobertura de cada bloque de especies establecidas, siguiendo las recomendaciones de Ecoplexity (2010).



#### 4.2.4.2. Cálculo de los índices de crecimiento de la vegetación

##### a) Índice de esbeltez (E)

Para determinar el índice de esbeltez se aplicó la fórmula planteada Serrada *et al.* (2008), que es el resultado de la división entre la altura y el  $D_{1,30\text{ m}}$ , expresado en porcentaje; este procedimiento se aplicó a los datos promedios por especie, al finalizar el año 2013.

$$E = \frac{h}{d} \times 100$$

h = altura total del árbol

d = diámetro normal  $D_{1,30\text{ m}}$ .

##### b) Índice de espacio vital

Para determinar el índice de espacio vital se aplicó la fórmula planteada por Serrada *et al.* (2008), resultado obtenido de la división entre el diámetro de copa y el  $D_{1,30\text{ m}}$ , este procedimiento se aplicó a los datos promedios por especie, al finalizar el año 2013.

$$IEV = DC/D_{1,30}$$

DC = diámetro de copa

$D_{1,30\text{ m}}$  = diámetro normal a 1,30 m del suelo.

#### 4.2.5. Análisis de correlación y regresión de las variables dasométricas: $D_{1,30\text{ m}}$ , altura y volumen.

Con los datos obtenidos en esta investigación sobre la tasa de crecimiento en  $D_{1,30\text{ m}}$ , altura y volumen de cada una de las 29 especies forestales se realizó un análisis estadístico de correlación y regresión entre las variables dependientes ( $D_{1,30\text{ m}}$  y altura) con la variable independiente (volumen); este análisis se realizó en el programa estadístico *Info Stat/Profesional* 2013. Para interpretar el coeficiente de correlación se utilizó la escala utilizada por Johnson (2003), en que el valor de significancia esta entre -1 a 1 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Escala para interpretar el coeficiente de correlación de las especies.

<b>Valor</b>	<b>Significado</b>
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Johnson (2003).

### 4.3. Metodología para determinar las propiedades físicas y químicas del suelo

Para determinar las características físicas y químicas del suelo donde están creciendo las especies se procedió de la siguiente manera:

Se colectó una muestra de suelo en cada bloque donde están plantadas las especies (29 en total). La muestra se recolectó a una profundidad de 50 cm, descartando la materia orgánica superficial, la muestra colectada por bloque fue de 1 kg. La colección obedece a una muestra compuesta, es decir una mezcla entre 10 sub muestras distribuidas al azar por bloque muestreado (FAO, 2002).

Las muestras recolectadas fueron llevadas al laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Loja, donde se realizó el análisis (físico: textura y densidad; químico: pH, Materia Orgánica, Nitrógeno, Fosforo y Potasio). Además en el campo se realizó una descripción general considerando las siguientes características: profundidad, espesor de la materia orgánica, del horizonte A y del horizonte B; el color fue definido en base a la tabla de Munsell y, la pedregosidad fue medida en una escala de 1 a 4 como se indica en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Escala para determinar la pedregosidad de los suelos donde está establecido el jardín botánico El Padmi.

<b>Escala de Pedregosidad</b>	
<b>1</b>	1 a 25 % Poco pedregoso
<b>2</b>	25 a 50 % Medianamente pedregoso
<b>3</b>	50 a 75 % Pedregoso
<b>4</b>	> 75 % Muy pedregoso

Fuente: Brack (2009)

Los resultados fueron utilizados para realizar el análisis general cuantitativo de cómo ha incidido en el crecimiento de las especies.

#### **4.1. Metodología para Difundir los Resultados**

Para la difusión de resultados de la presente investigación se usó los canales habituales como son:

Se elaboró un artículo científico siguiendo los lineamientos establecidos en la Universidad Nacional de Loja.

Se elaboró un tríptico, con el resumen de la metodología, resultados alcanzados y conclusiones, se distribuyó durante la disertación de la presente investigación a las personas interesadas para su conocimiento.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Supervivencia de 29 Especies Forestales Establecidas en dos Periodos (2005 y 2009), en el Jardín Botánico El Padmi

La supervivencia de las especies forestales establecidas en la presente investigación, es diferente y depende de los años cuando fueron establecidas, así: para las plantadas en el año 2005, la supervivencia promedio es de 42,93 %; mientras que las del año 2009 presentan una supervivencia de 70,98 % (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de supervivencia de las especies establecidas en los años 2005 y 2009, evaluadas en el 2013.

Supervivencia de las 11 especies establecidas en el año 2005			
Especie	Plantados	Supervivencia	Porcentaje (%)
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	18	8	44,44
<i>Vitex cymosa</i>	18	7	38,89
<i>Lafoensia cf. puniceifolia</i>	18	14	77,78
<i>Persea sp</i>	18	8	44,44
<i>Clarisia biflora</i>	18	11	61,11
<i>Nectandra membranacea</i>	18	10	55,56
<i>Huartea glandulosa</i>	18	7	38,89
<i>Tabebuia chrysantha</i>	18	1	5,56
<i>Swietenia macrophylla</i>	18	4	22,22
<i>Platymiscium pinnatum</i>	18	15	83,33
<i>Dacryodes peruviana</i>	0	0	0
<b>Total</b>	<b>198</b>	<b>85</b>	<b>42,93</b>
Supervivencia de las 18 especies establecidas en el año 2009			
Especie	Plantados	Supervivencia	Porcentaje (%)
<i>Terminalia oblonga</i>	18	13	72,22
<i>Clarisia racemosa</i>	18	15	83,33
<i>Apeiba membranacea</i>	18	17	94,44
<i>Cedrela odorata</i>	18	7	38,89
<i>Guarea kunthiana</i>	18	17	94,44
<i>Caryodendron orinocense</i>	18	14	77,78
<i>Pouteria capasifolia</i>	18	13	72,22
<i>Terminalia amazonia</i>	18	15	83,33
<i>Albizia sp.</i>	18	17	94,44
<i>Nectandra sp.</i>	18	18	100,00
<i>Podocarpus tepuyense</i>	18	1	5,56
<i>Ochroma pyramidale</i>	18	8	44,44
<i>Pictocoma discolor</i>	18	17	94,44
<i>Jacaranda copaia</i>	18	6	33,33
<i>Heliocarpus americanus</i>	18	16	88,89
<i>Triplaris cumingiana</i>	18	6	33,33
<i>Aspidosperma laxiflorum</i>	18	15	83,33
<i>Remigia sp.</i>	18	15	83,33
<b>Total</b>	<b>324</b>	<b>230</b>	<b>70,99</b>

## **5.2. Crecimiento de 29 Especies Forestales Establecidas en el Jardín Botánico El Padmi**

### **5.2.1. Crecimiento e incremento medio anual de 11 especies forestales establecidas en el año 2005**

El crecimiento e incremento medio anual de las 11 especies forestales, se representa a través de curvas generadas con datos del periodo 2005 al 2013, que corresponde a ocho años de edad; es de aclarar que la finalidad no es presentar el crecimiento acumulado (línea azul), sino la variación en el crecimiento (línea roja), esto significa que existen caídas y alzas bruscas, que son producto del dinamismo propio de las especies. Y en el anexo 3 se representa el análisis de correlación entre las variables  $D_{1,30\text{ m}}$  y altura con el volumen.

#### **5.2.1.1. *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke (Seique)**

La figura 4, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años. Además, los incrementos medios anuales (IMA) alcanzadas en cada variable. La figura 4a muestra que la especie a los 8 años alcanzó un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 23,29 cm y un IMA de 2,41 cm, en el año 2008 la especie incrementa en un 2,6 cm y a partir de este año su dinámica tiende a estabilizarse; la figura 4b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 17,15 m y el IMA es de 1,85 m, en el año 2008 el IMA incrementa a 2,5 m, en el 2009 el IMA disminuye estabilizándose hasta el año 2012, para el año 2013 la especie demuestra su mejor IMA con un valor de 2,96 m este incremento se da posiblemente a las buenas condiciones climáticas y, la figura 4c representa el crecimiento en volumen a los 8 años es de 0,6165  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0863  $\text{m}^3$ , presentando un incremento constante hasta el año 2013 en donde alcanzó 0,2191  $\text{m}^3$  demostrando una baja variabilidad en su dinámica.

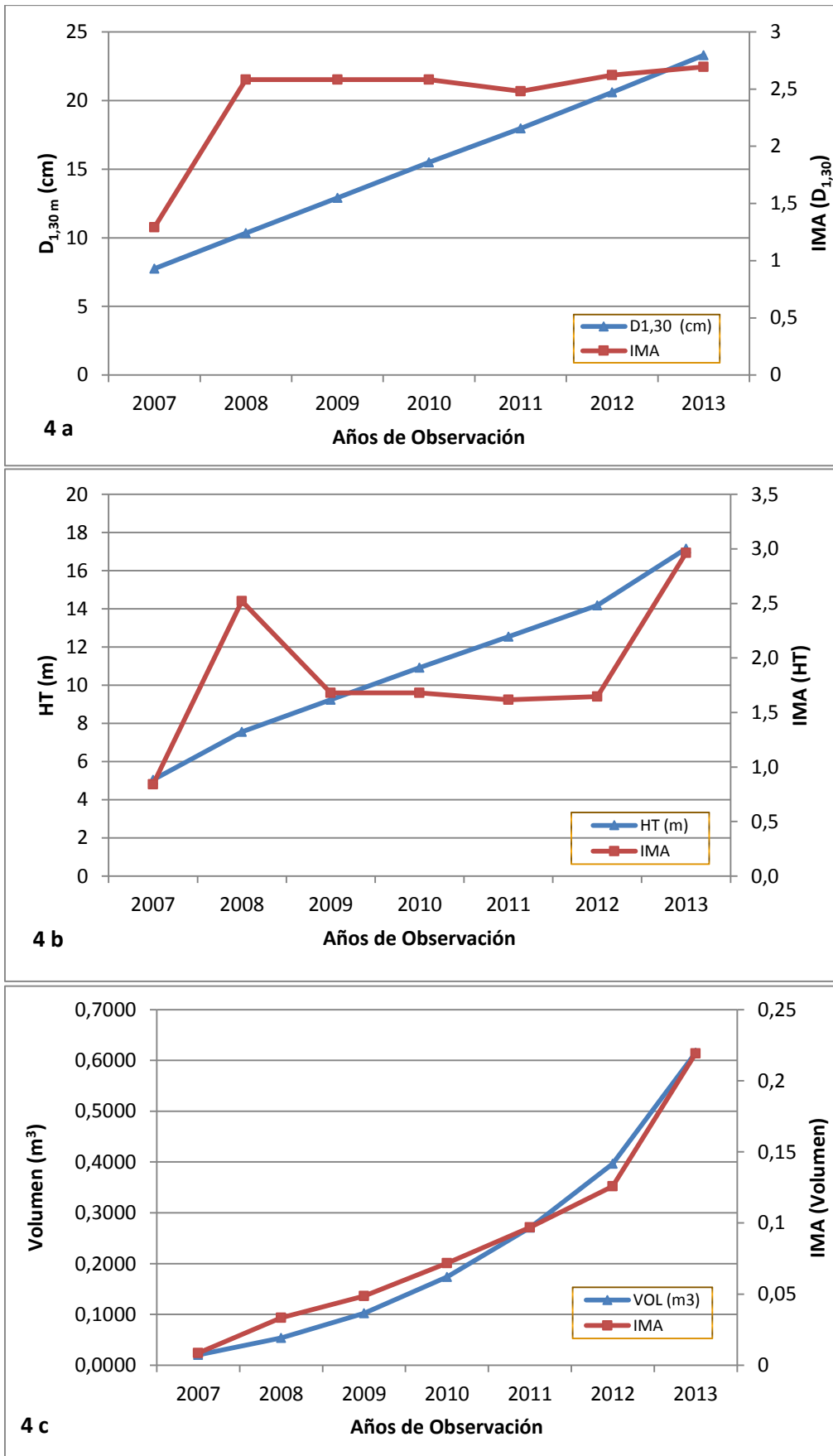


Figura 4. Crecimiento e incremento medio anual en  $D_{1,30\text{ m}}$ , altura y volumen de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke establecida en el año 2005.

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indica que existe una correlación positiva muy alta de 0,95 de acuerdo a la escala de interpretación; la correlación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,86.

#### **5.2.1.2. *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng. (Pechiche)**

La figura 5, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años. Además, los incrementos medios anuales alcanzados en cada variable. La figura 5a muestra que la especie a los 8 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 16,58 cm y un IMA de 1,70 cm, el incremento en el año 2008 aumenta considerablemente a 1,88 cm a partir de este año el crecimiento se estabiliza hasta el año 2012 donde se produce una disminución de su incremento a 1,4 cm; la figura 5b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 14,90 m y el IMA es de 1,61 m, la dinámica de crecimiento es muy variable, es así que en el año 2008 alcanza un valor medio de 2,19 m y su incremento disminuye hasta el año 2012, registrándose el valor más bajo en crecimiento en 0,82 m, para el año 2013 la especie presenta el mejor crecimiento alcanzando un valor de 3,15 m; y la figura 5c representa el crecimiento en volumen a los 8 años de 0,2341  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0328  $\text{m}^3$  presentando una baja variabilidad en la dinámica de su incremento alcanzando su máximo valor en el año 2013 con 0,0879  $\text{m}^3$ .



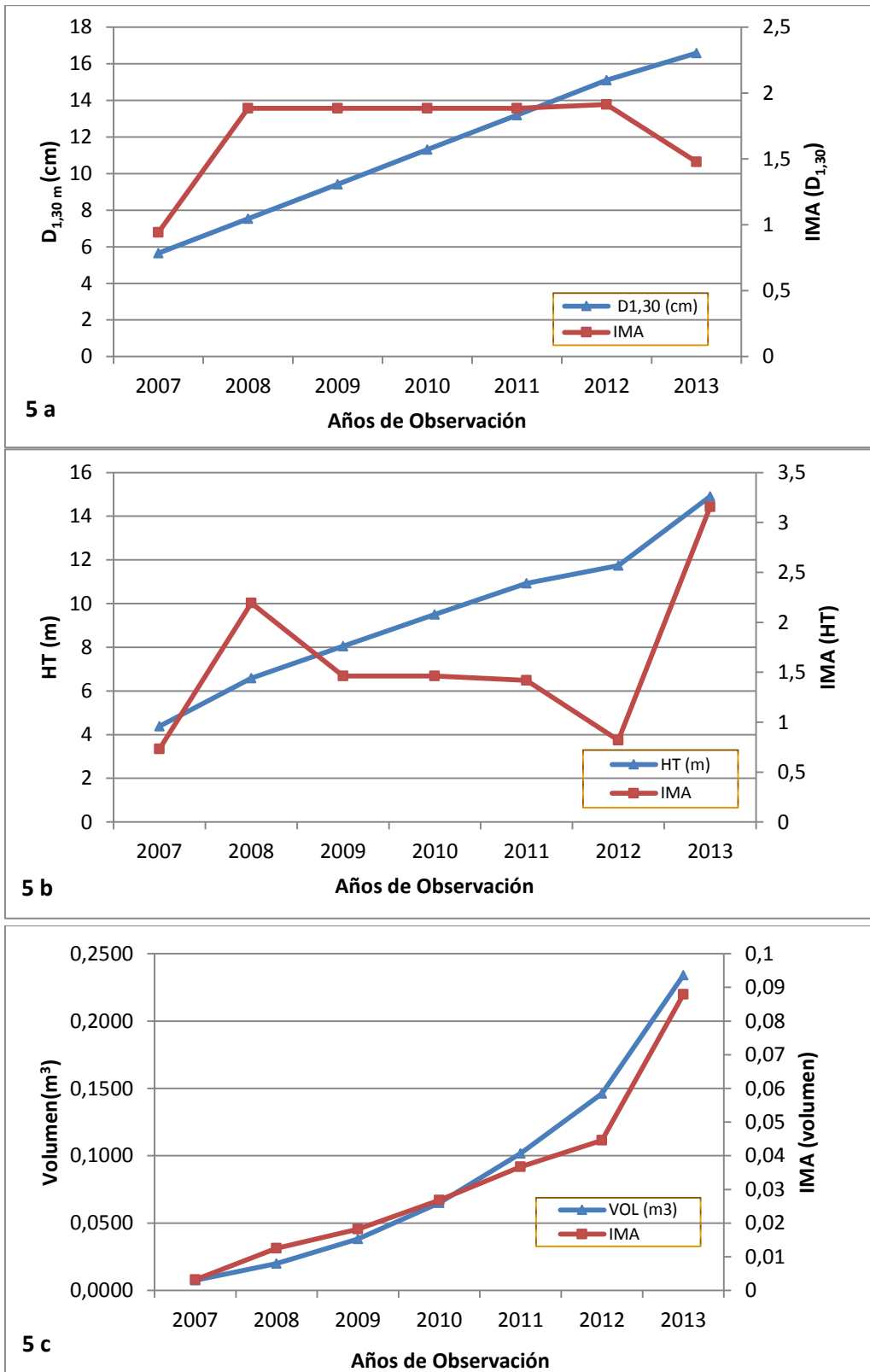


Figura 5. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub>, altura y volumen de *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng., establecida en el año 2005.

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indica que existe una correlación positiva muy alta de 0,99; y, la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva muy alta de 0,93.

#### **5.2.1.3. *Lafoensia cf. punicifolia* (Guararo)**

La figura 6, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años. La figura 6a muestra que la especie a los 8 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 21,40 cm y un IMA de 2,23 cm, a partir del año 2008 su dinámica tiende a estabilizarse en 2,65, hasta el año 2011 en el 2012 la especie presenta un bajo incremento de 1,83 cm y en el 2013 la especie tiende a incrementar este valor a 2 cm; la figura 6b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 16,47 m y el IMA es de 1,75 m, su dinámica es muy variada en el año 2008 la especie alcanza un incremento de 2,49 m a partir de este año la especie disminuye su incremento registrando en el año 2012 su menor incremento de 0,55 m y para el año 2013 la especie alcanza el mayor incremento en 3 m ; y la figura 6c representa el crecimiento en volumen a los 8 años de 0,4996  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,07  $\text{m}^3$ ; la especie presenta una dinámica discontinua registrando un bajo incremento en el año 2012 de 0,066  $\text{m}^3$  y a partir de este año la especie aumenta su incremento llegando al año 2013 a registrar un valor de 0,1573  $\text{m}^3$ .

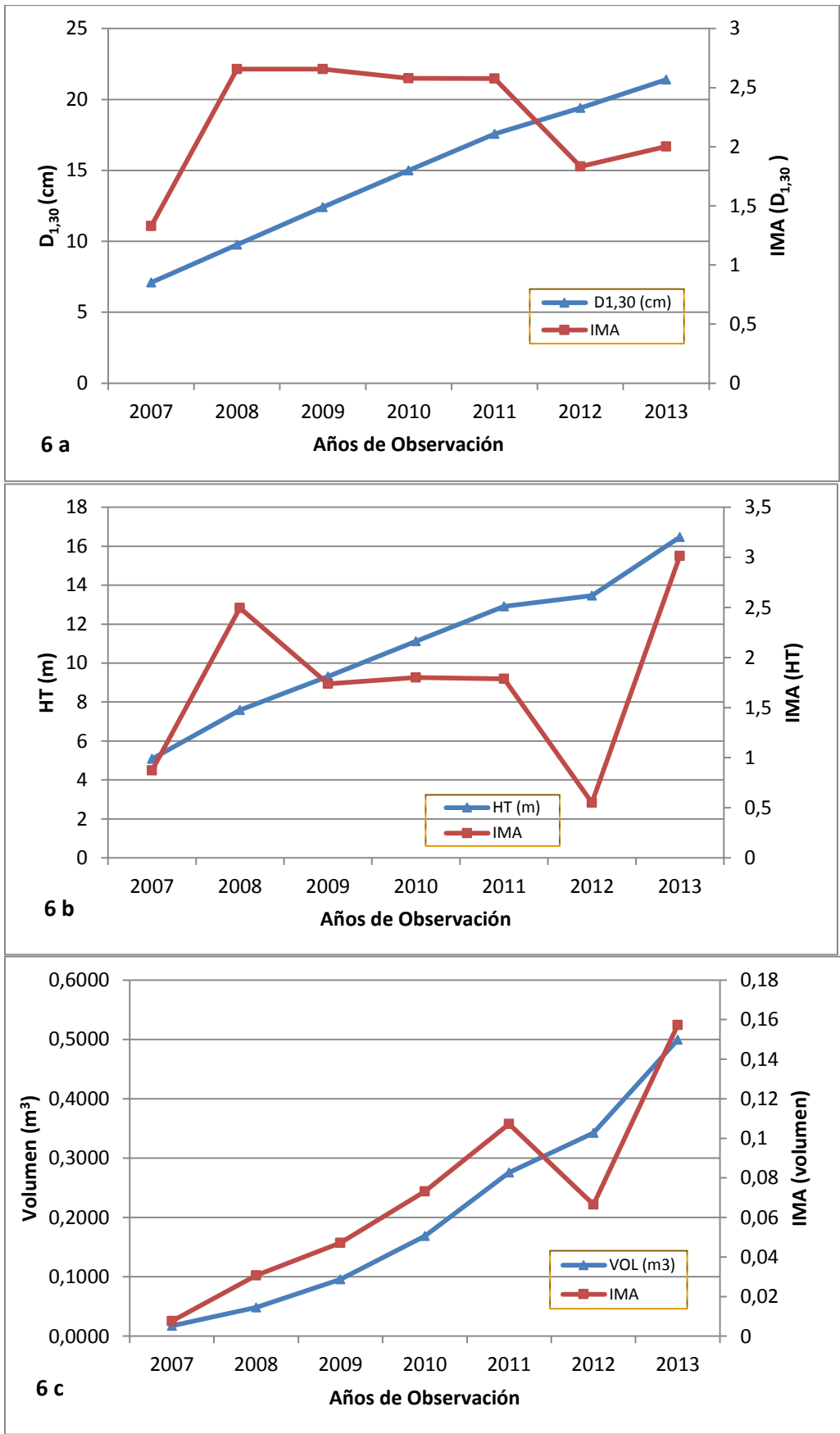


Figura 6. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub> m, altura y volumen de *Lafoensia* cf. *puniceifolia* establecida en el año 2005

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, demuestra que existe una correlación positiva muy alta de 0,99; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva muy alta de 0,92.

#### **5.2.1.4. *Persea* sp. (Aguacatillo)**

La figura 7, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 7a muestra que la especie a los 8 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 26,73 cm y un IMA de 2,74 cm; en el año 2008 la especie tiende a presentar un incremento de 3 cm estabilizándose su dinámica hasta el año 2011, para el año 2012 la especie presenta su máximo incremento con un valor de 3,75 cm, en el año 2013 la especie presenta su bajo incremento en  $D_{1,30\text{ m}}$  de 1,8 cm; la figura 7b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 19,84 m y el IMA es de 2,09 m, la dinámica es muy variada registrando un alto valor en el año 2008 de 3,13 cm, a partir de este año la especie disminuye su incremento hasta en el año 2012 con un valor de 0,82 m y para el año 2013 la especie aumenta a 3,35 m registrado como el máximo incremento de la especie y, la figura 7c representa el crecimiento en volumen a los 8 años de 0,8122  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,1136  $\text{m}^3$  con una dinámica constante con poca variabilidad en su incremento.

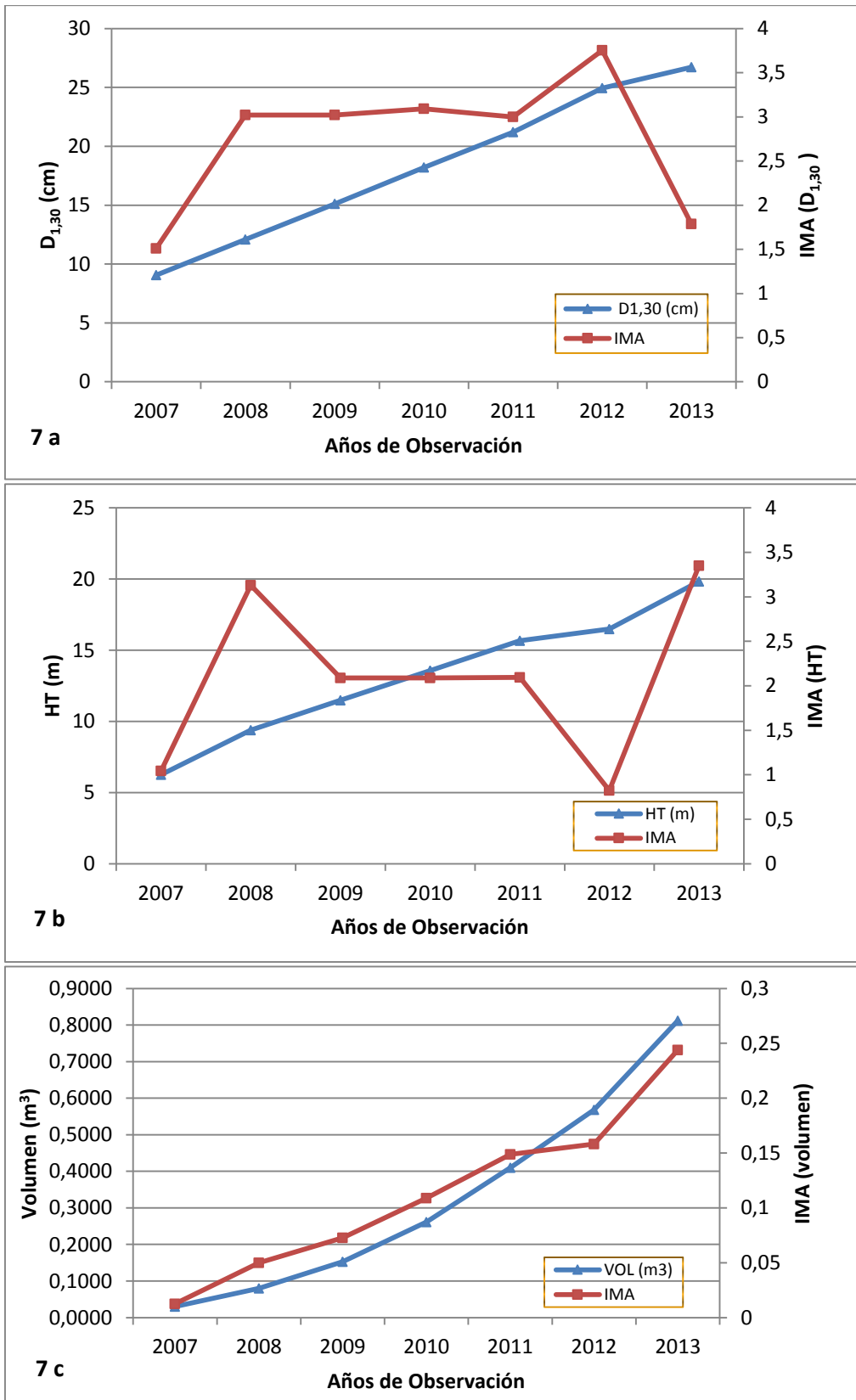


Figura 7. Crecimiento e incremento medio anual en  $D_{1,30}$  m , altura y volumen de *Persea* sp., establecida en el año 2005.

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, señala que existe correlación positiva muy alta de 0,97; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,87.

#### **5.2.1.5. *Clarisia biflora* Ruiz & Pav (Pituca)**

La figura 8, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 8a muestra que la especie a los 8 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 18,59 cm y un IMA de 1,84 cm, en el año 2008 la especie alcanza su máximo valor en incremento de 2,28 cm estabilizando su valor hasta el año 2011, a partir de este año la especie disminuye en su incremento registrando en el 2013 un valor de 1,18 cm; la figura 8b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 12,5 m y el IMA es de 1,41 m, su dinámica de incremento es medianamente estable a partir del año 2007 llegando a registrar un alto valor de incremento de 2,87 en el año 2013; y la figura 8c representa el crecimiento en volumen a los 8 años de  $0,2252\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0315\text{ m}^3$ , su dinámica es estable llegando a registrar su máximo valor de  $0,0726\text{ m}^3$  en el año 2013.

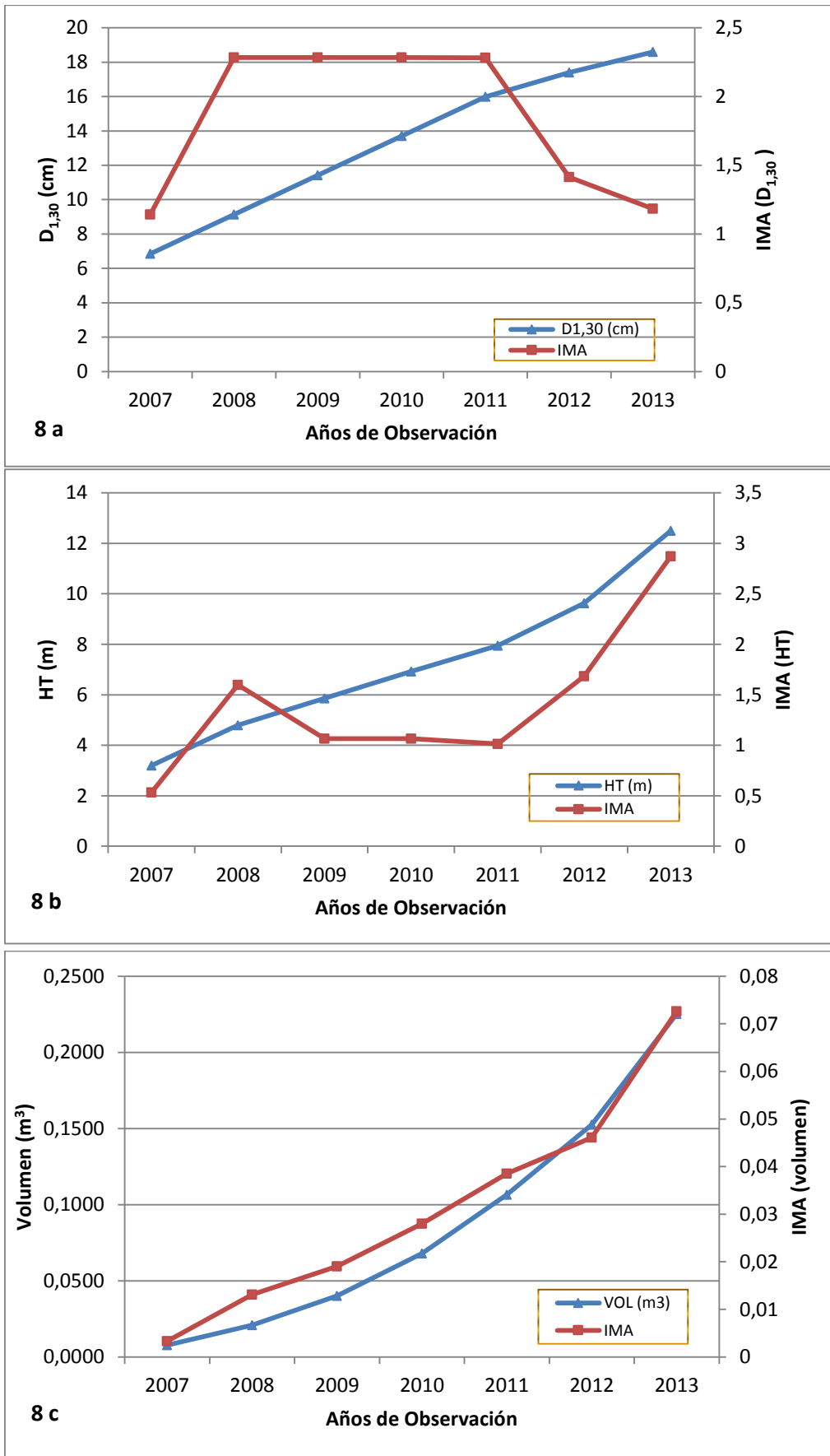


Figura 8. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub>, altura y volumen de *Clarisia biflora* Ruiz & Pav., establecida en el año 2005

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indica que existe una correlación positiva muy alta de 0,93; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva moderada de 0,51.

#### **5.2.1.6. *Nectandra membranaceae* (Sw.) Griseb. (Canelón)**

La figura 9, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 9a muestra que la especie a los 8 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 13,95 cm y un IMA de 1,39 cm; su dinámica es muy variada en el año 2008 la especie alcanza un alto valor en incremento de 1,70 cm, a partir de este año su incremento tiende a reducir en el año 2013 registra un bajo valor de 0,93 cm; la figura 9b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 13,29 m y el IMA es de 1,34 m; la dinámica es muy variada registrando sus mayores incrementos en los años 2008 y 2010, en el año 2009, presenta el menor incremento con un valor de 0,25 m, mientras que para el año 2013 la especie tiende a incrementar su valor en 1,74 m; y la figura 9c presenta el crecimiento en volumen a los 8 años de 0,1476  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0205  $\text{m}^3$ , a partir del año 2007 la especie presenta una dinámica muy variada llegando al año 2013 a registrar un valor de 0,0360  $\text{m}^3$ .



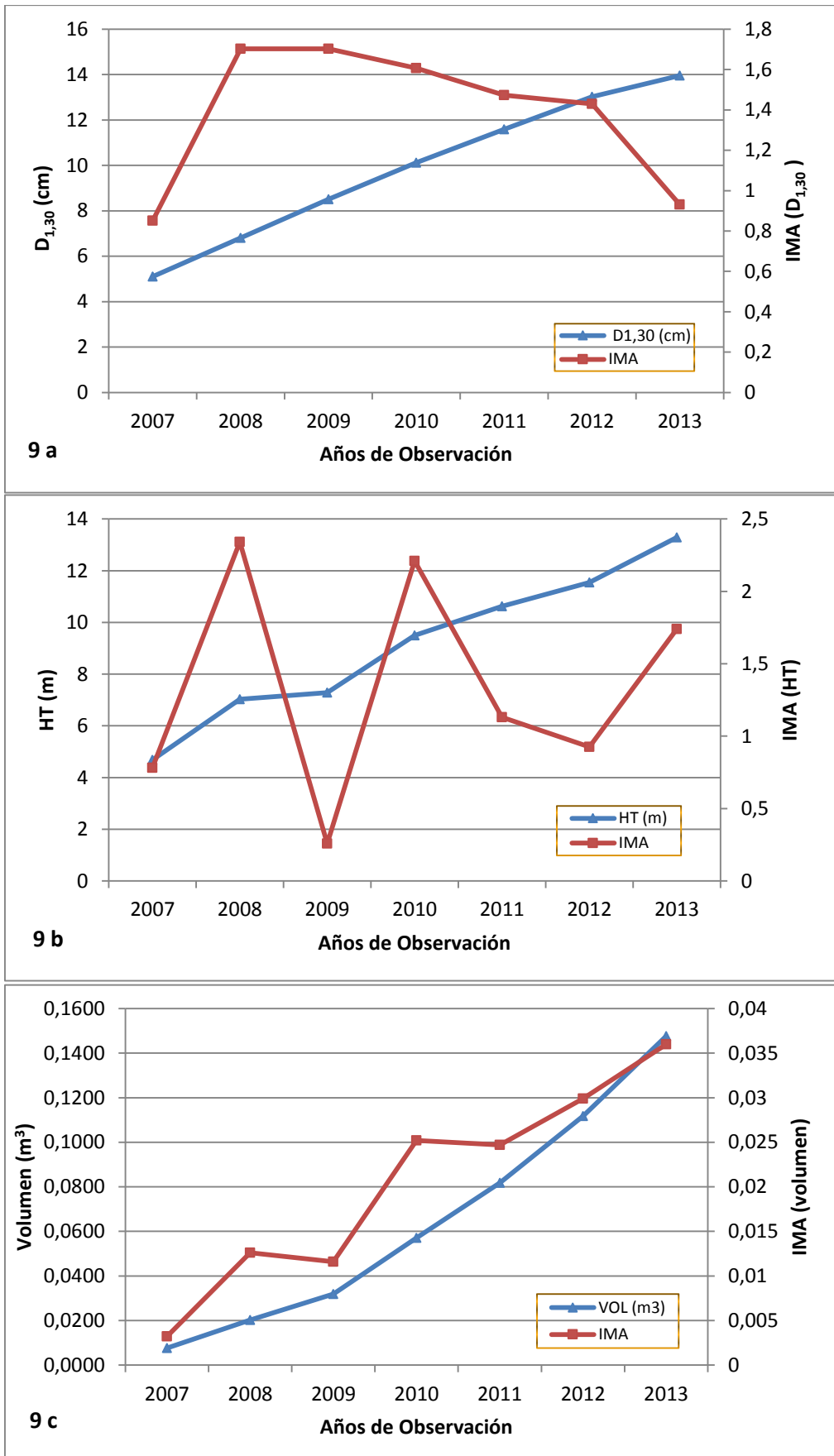


Figura 9. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub> m, altura y volumen de *Nectandra membranaceae* (Sw.) Griseb., establecida en el año 2005.

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indica que existe una correlación positiva muy alta de 0,98; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva muy alta de 0,96.

#### **5.2.1.7. *Huartea glandulosa* Ruiz & Pav. (Cedrillo)**

La figura 10, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 10a muestra que la especie a los 8 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 24,58 cm y el IMA es de 2,39 cm en el año 2008 la especie estabiliza su dinámica de incremento hasta el año 2011, a partir de este año la especie tiende a disminuir su incremento, registrando en el 2013 un valor de 1,35 cm con tendencia a estabilizarse en 1,30 m; la figura 10b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 18,13 m y el IMA es de 1,86 m, su dinámica es muy varada en el año 2008 la especie presenta su mayor incremento en 3,14 m, a partir de esta fecha la especie disminuye su incremento llegando a registrar en el 2012 un valor de 0,86 m y a partir del 2013 su incremento aumenta alcanzo un valor de 1,35 m; y la figura 10c representa el crecimiento en volumen a los 8 años de  $0,5778\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0801\text{ m}^3$ , en el año 2012 se presenta el menor IMA de  $0,072\text{ m}^3$ , la dinámica de la especie es variada disminuyendo su incremento en el año 2012 en  $0,0722\text{ m}^3$  y a partir de este año la especie aumenta su incremento.

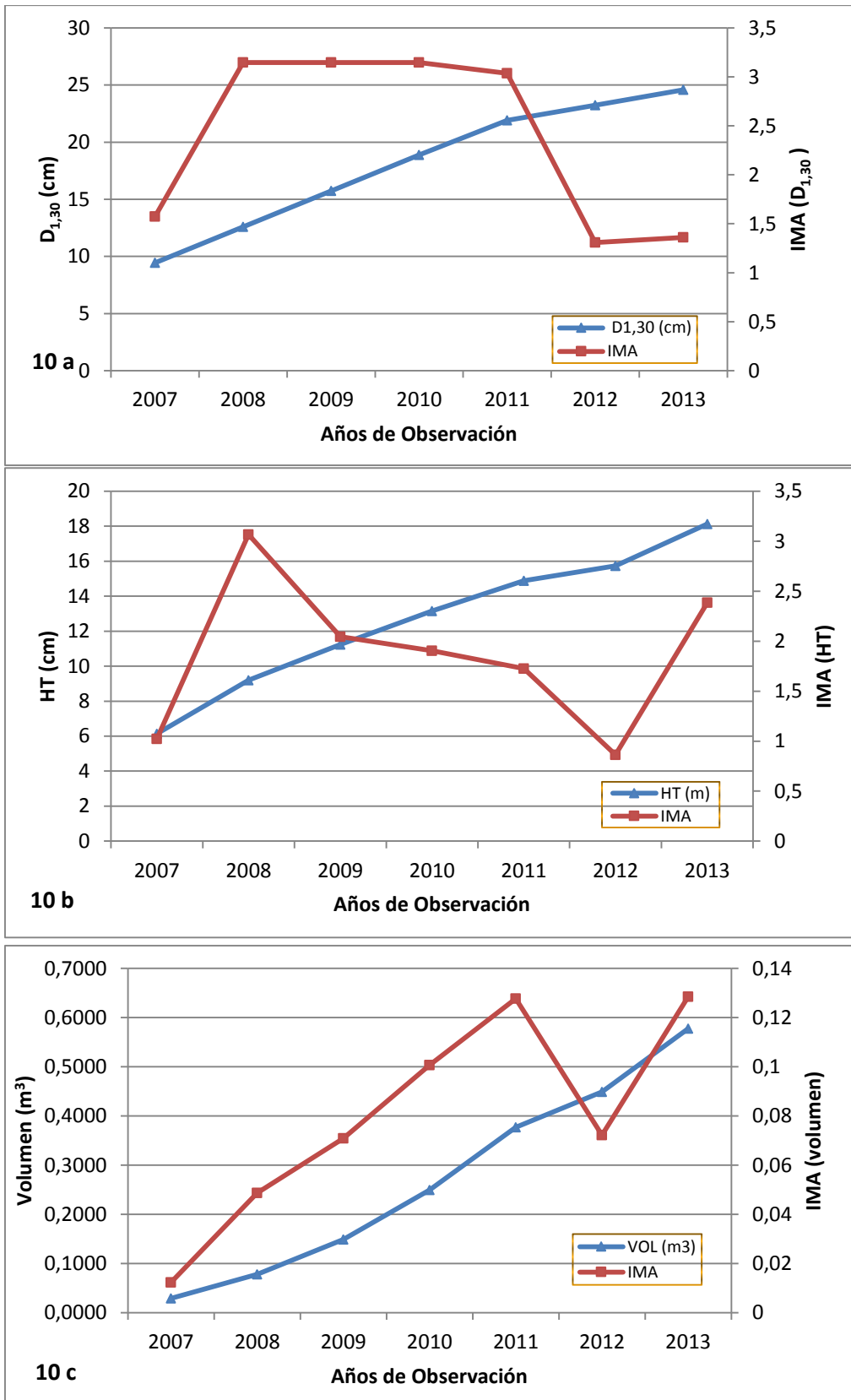


Figura 10. Crecimiento e incremento medio anual en  $D_{1,30}$ , altura y volumen de *Huartea glandulosa* Ruiz & Pav., establecida en el año 2005

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, demuestra que existe correlación positiva muy alta de 0,99; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva baja (0,34).

#### **5.2.1.8. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson (Guayacán)**

La figura 11, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años y los incrementos medios anuales de cada variable. La figura 11a muestra que la especie a los 8 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 4,07 cm y un IMA de 0,43 cm, la dinámica es moderadamente estable alcanzando un incremento máximo en el año 2012 de 0,69 cm y a partir de este año tiende a disminuir su incremento registrando en el año 2013 un valor de 0,47 cm; la figura 11b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 3,30 m y el IMA es de 0,37 m, su dinámica es muy variada a partir de año 2007, la especie tiende a estabilizar su incremento hasta el año 2011, en el 2012 alcanza su máximo incremento en 0,83 m y en el año 2013 la especie disminuye su incremento registrando un bajo valor en 0,30 m; y, la figura 11c representa el crecimiento en volumen a los 8 años de 0,0028  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0004  $\text{m}^3$ , en el año 2013 presenta alto IMA en volumen, con una dinámica moderadamente estable alcanzando su máximo valor en 0,0011  $\text{m}^3$  y a partir de este año su incremento tiende a disminuir.

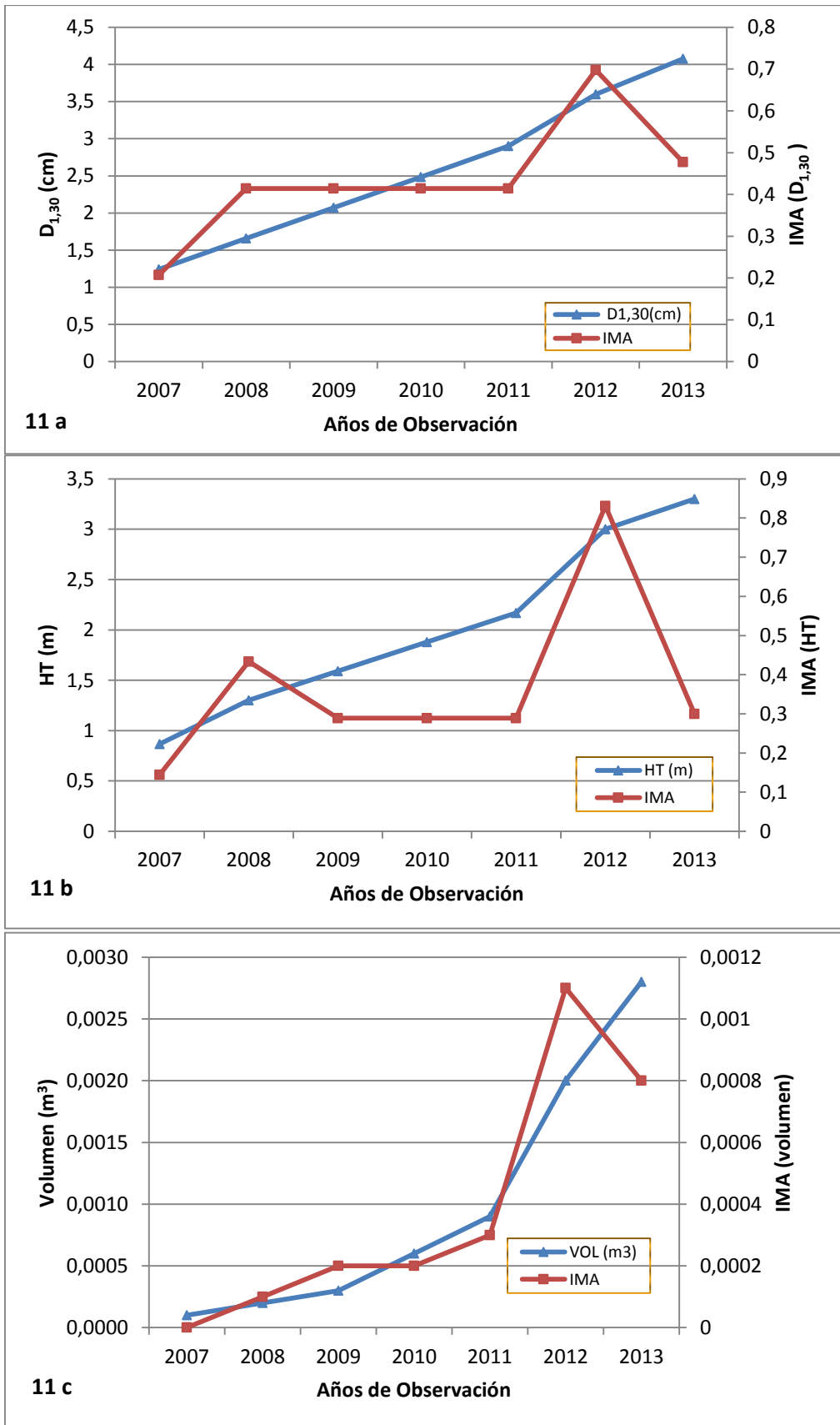


Figura 11 Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub> m, altura y volumen de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson establecida en el año 2005

Para *Tabebuia chrysantha* no fue posible realizar las correlaciones, debido a que solo existe un individuo sobreviviente.

#### **5.2.1.9. *Swietenia macrophylla* King (Caoba)**

La figura 12, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 12a muestra que la especie a los 8 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 10,88 cm y un IMA de 1,10 cm, a partir del año 2007 su dinámica es muy variada, presentando su mayor incremento en el año 2011 con un valor de 1,66 cm, en el año 2012 presente el menor incremento con un valor de 0,55 cm y a partir de este año la especie tiende a incrementar su valor; la figura 12b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 8,38 m y el IMA es de 0,92 m, su incremento se estabiliza a partir del año 2007 hasta el 2012, a partir de este año incrementa su valor llegando a registrarse en el año 2013 1,62m; y, la figura 12c representa el crecimiento en volumen a los 8 años de 0,0821  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0114  $\text{m}^3$ ; su dinámica es variada, desde el 2007 hasta el 2011 la especie presenta un incremento constante alcanzando un valor de 0,0242  $\text{m}^3$ , en el año 2012 registra el menor incremento con un valor de 0,0064 de  $\text{m}^3$  y a partir de este año la especie incrementa su valor.

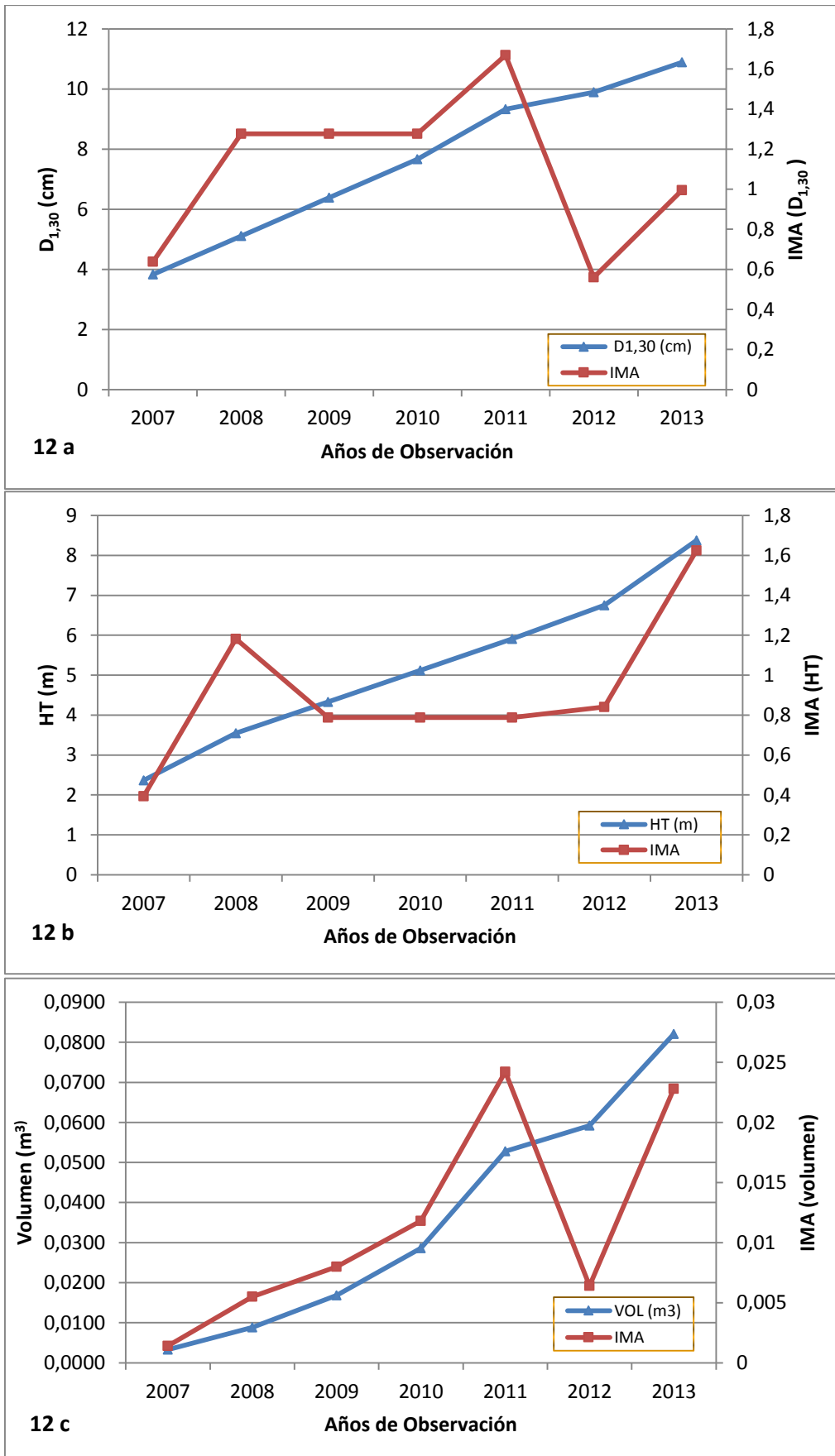


Figura 12. Crecimiento e incremento medio anual en  $D_{1,30}$ , altura y volumen de *Swietenia macrophylla* King establecida en el año 2005

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe una correlación positiva muy alta de 0,96; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva muy alta de 0,96.

#### **5.2.1.10. *Platymiscium pinnatum* (Jacq.) Dugand (Almendra)**

La figura 13, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 8 años y, los incrementos medios anuales de cada variable. La figura 13a muestra que la especie a los 8 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 15,30 cm y un IMA de 1,51 cm, su dinámica es variada a partir del año 2008 que registra un valor de 1,96 la especie tiende a disminuir su incremento, hasta el año 2013 alcanzando un valor de 0,73 cm; la figura 13b indica que el crecimiento en altura a los 8 años es de 11,69 m y el IMA es de 1,28 m, con una dinámica moderada a partir del año 2007 alcanzando su máximo crecimiento en el año 2013 en 2,39 m; y, la figura 13c presenta el crecimiento en volumen a los 8 años de 0,1493  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,208  $\text{m}^3$ , su dinámica es moderada presentando en el año 2012 una reducción en su incremento, alcanzando su máximo valor en el año 2013 con un valor de 0,0411  $\text{m}^3$ .



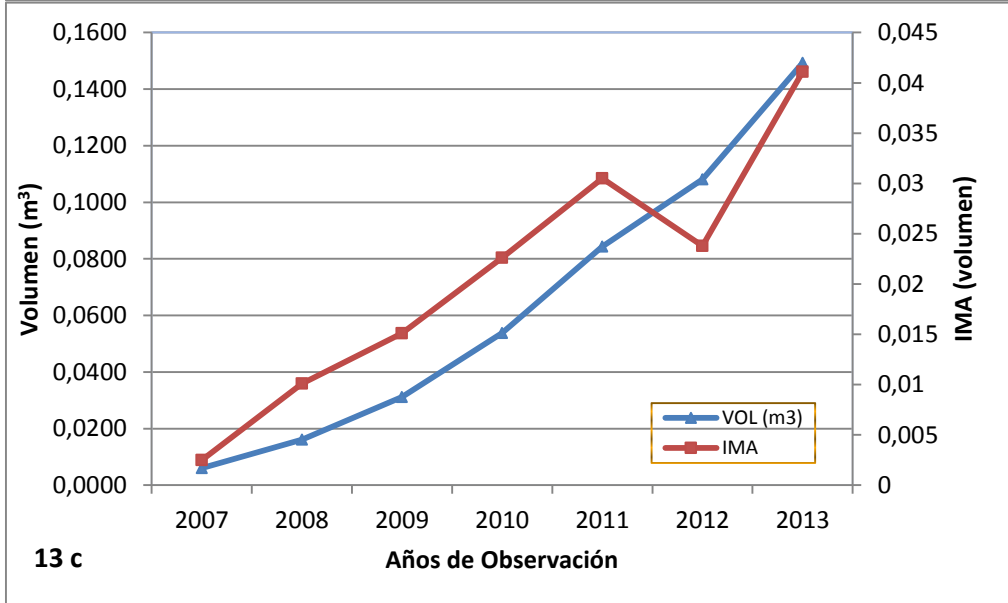
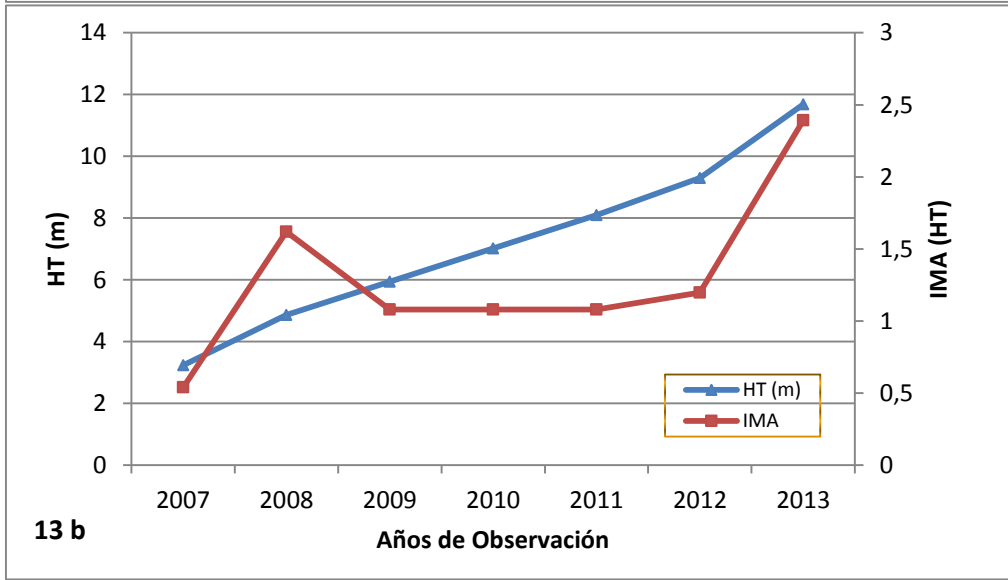
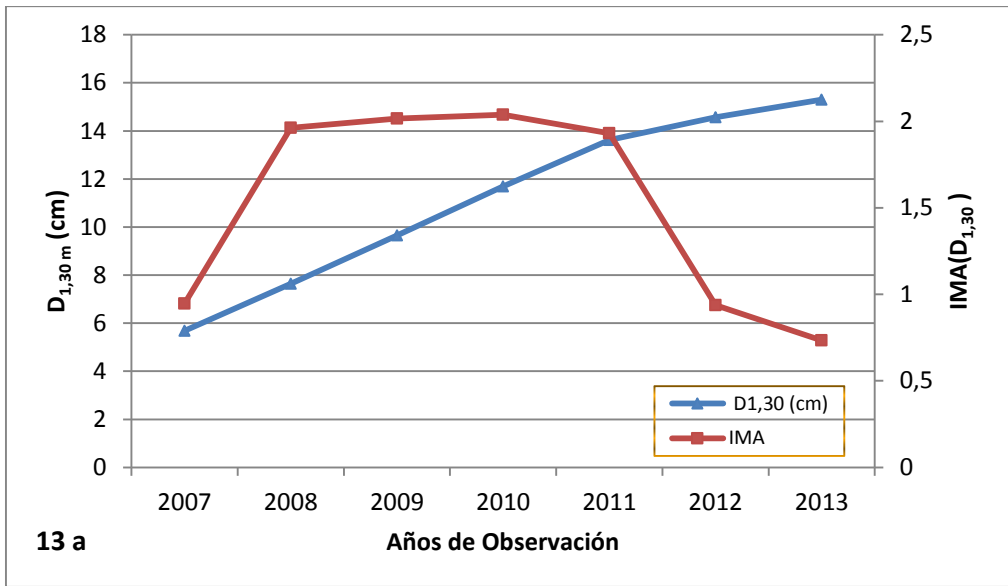


Figura 13. Crecimiento e incremento medio anual en  $D_{1,30}$  m, altura y volumen de *Platymiscium pinnatum* (Jacq.) Dugand establecida en el año 2005.

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,96; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,79.

#### **5.2.1.11. *Dacryodes peruviana* (Loesener) J.F. Macbride. (Copal)**

La especie presento una supervivencia del 0,00 %, debido a factores antrópicos y naturales, en el bloque donde fue establecida.

### **5.2.2. Crecimiento e Incremento medio anual de 18 especies forestales establecidas en el año 2009**

El crecimiento e incremento medio anual de las 18 especies establecidas en el año 2009, evaluadas en un periodo de cinco años, se representa mediante curvas de crecimiento e incrementos anuales, comprendidos en el periodo 2009 al 2013. El análisis estadístico se representa en el anexo 3.

#### **5.2.2.1. *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav.) Steud. (Jaboncillo)**

La figura 14, indica el crecimiento promedio en  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y , los incrementos medios anuales alcanzadas por cada variable. La figura 14a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 16,47 cm y un IMA de 2,62 cm, a partir del año 2009 la especie incrementa su valor periódicamente hasta el año 2011 en donde registra su máximo valor de 1,10 cm y a partir de este año el incremento disminuye presentando una estabilidad en el año 2013 con un valor de 2,45 cm; la figura 14b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 13,22 m y el IMA es de 2,3 m, con una dinámica de incremento por año con poca variabilidad, registrando desde el 2007 alcanzando el máximo valor en el año 2013 de 3,75 m; y, la figura 14c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de 0,1956  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0389  $\text{m}^3$ , presentando una dinámica periódicamente estable con un valor máximo en el 2013 de 0,0880  $\text{m}^3$ .

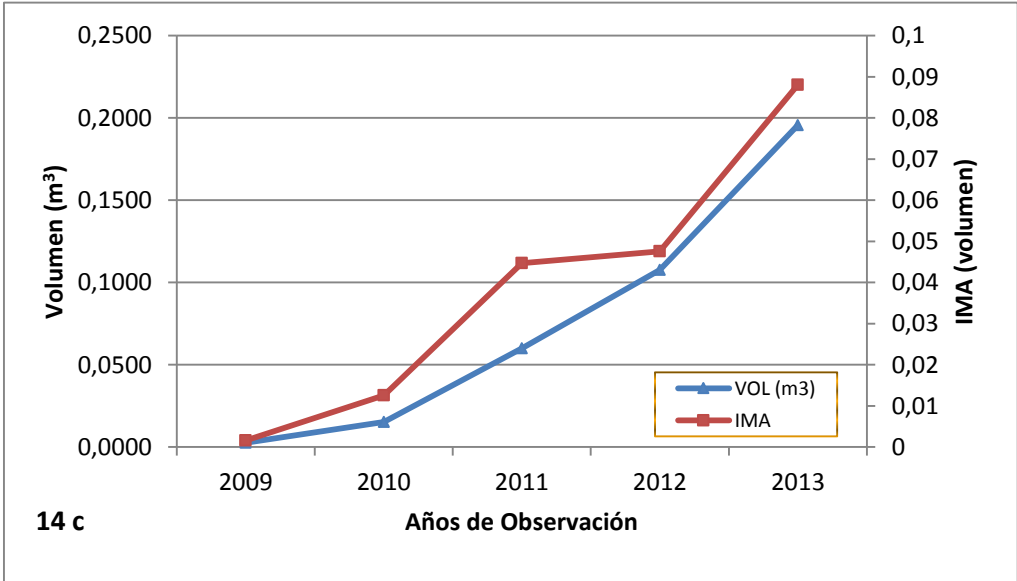
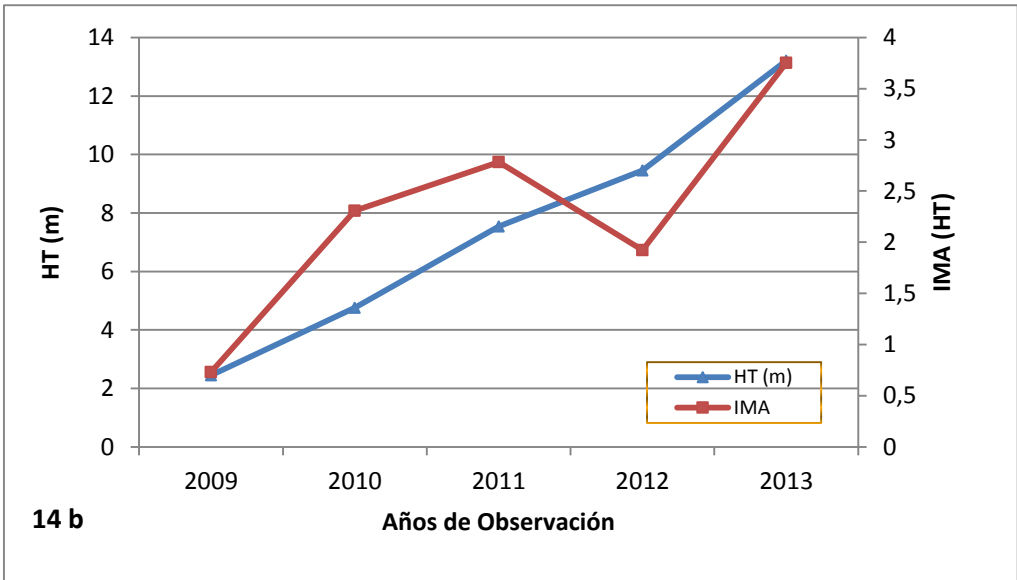
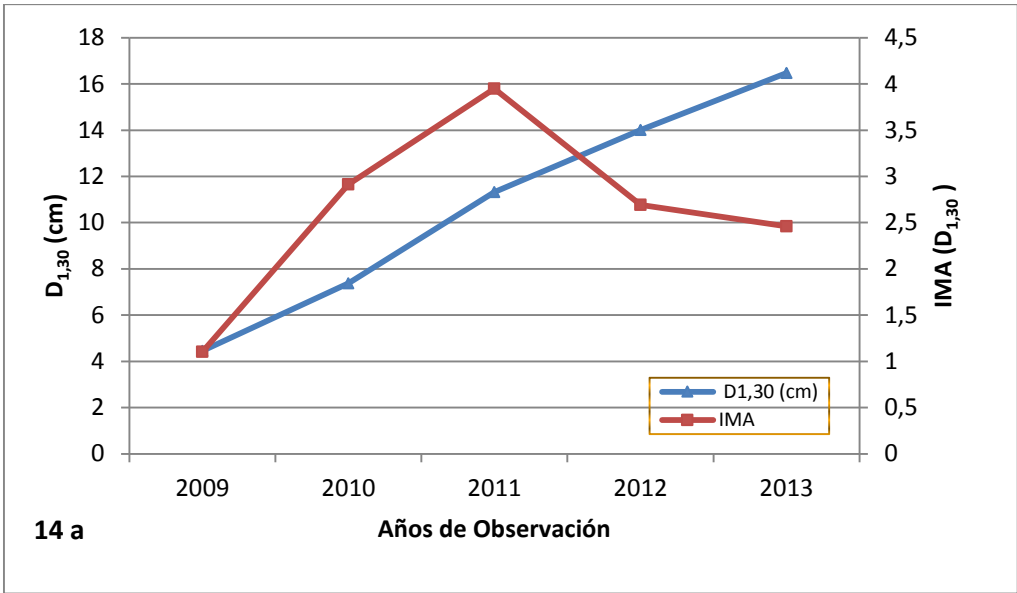


Figura 14. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub>, altura y volumen de *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav.) Steud establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,95; la relación entre altura y volumen indica que existe correlación positiva muy alta de 0,90.

#### **5.2.2.2. *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav. (Pituca)**

La figura 15 indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 15a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 7,16 cm y un IMA de 1,05 cm, a partir del año 2009 presenta una mediana variación en su incremento presentados el menor incremento en el año 2011, y en el año 2013 alcanza el máximo incremento con un valor de 2,19 cm; la figura 15b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 5,25 m y el IMA es de 0,71 m, en el año 2011 la especie presenta un bajo incremento con un valor de 0,26 m y el máximo valor incrementado es en el año 2013 con 1,49 m; y, la figura 15c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de 0,0145  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0028  $\text{m}^3$  su dinámica es constante desde el año 2009, alcanzando su máximo valor en el año 2013 con 0,0094  $\text{m}^3$ .

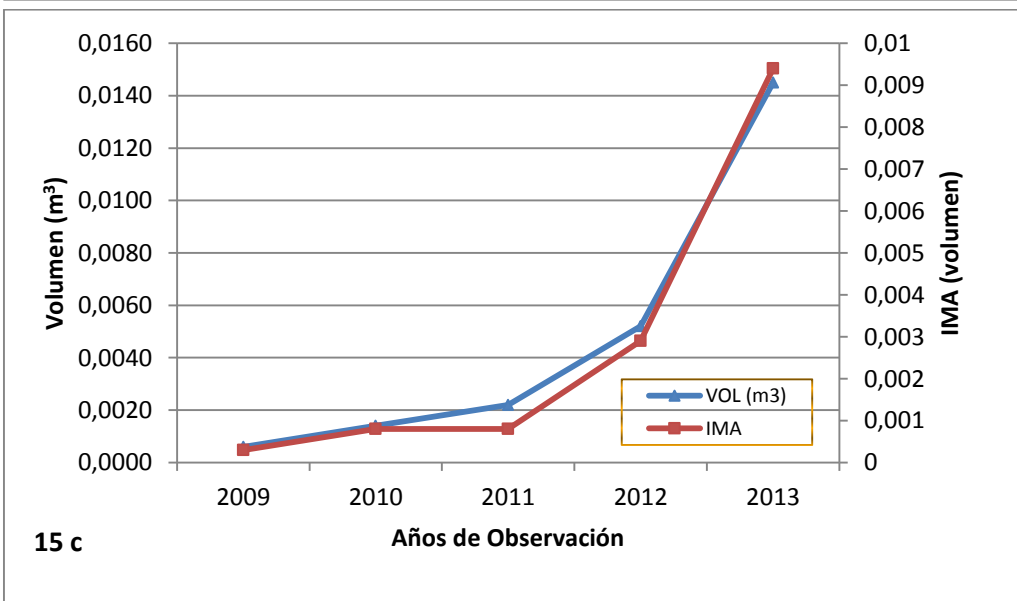
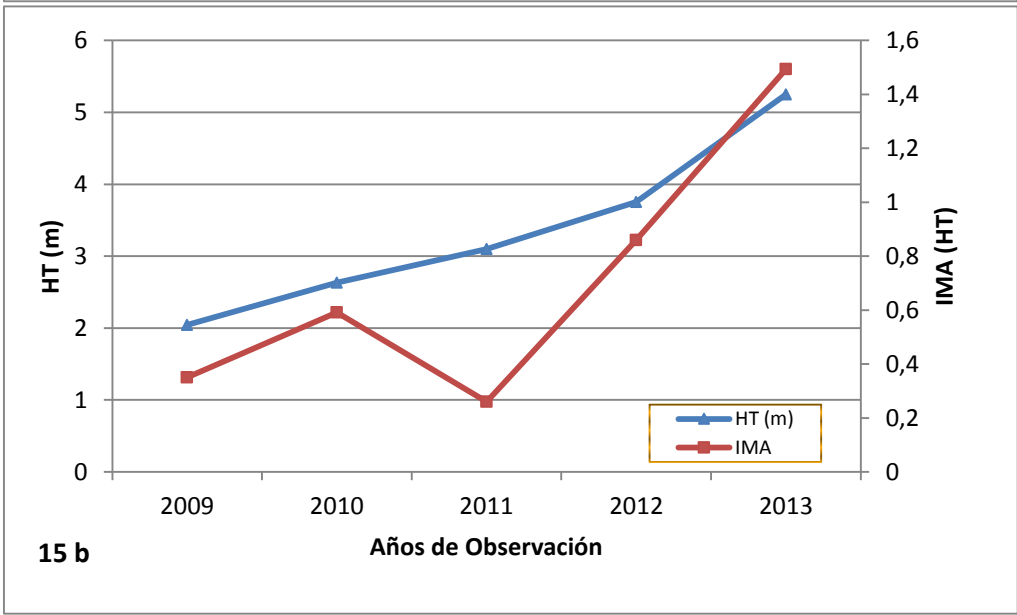
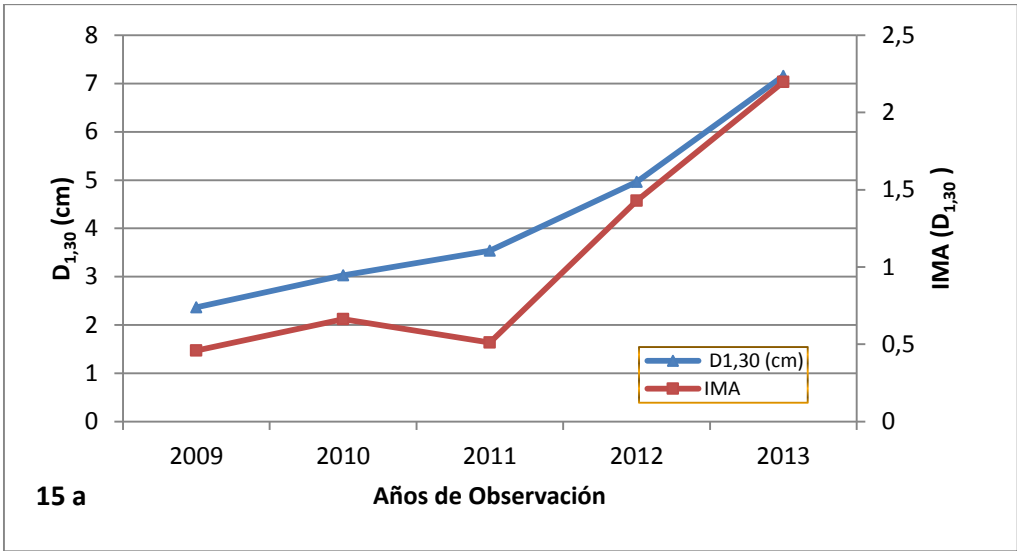


Figura 15. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30 m</sub>, altura y volumen de *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,98; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,72.

### **5.2.2.3. *Apeiba membranacea* Aubl (Peine mono)**

La figura 16, indica el crecimiento promedio en  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales de cada variable evaluada. La figura 16a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 20,6 cm y un IMA de 3,22 cm, presenta una dinámica constante desde el año 2009 al 2012 alcanzando su máximo valor de 4,62 cm y a partir de este año la especie disminuye su incremento registrando un valor de 2,22 cm en el año 2013; la figura 16b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 11,2 m y el IMA es de 1,83 m, el incremento es contante desde el 2009 alcanzando su máximo crecimiento en el año 2013 con un valor de 3,15 m; y, la figura 16c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de 0,3000  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0527  $\text{m}^3$ , presenta una dinámica de incremento constante alcanzando su máximo valor en el año 2013 de 0,1171  $\text{m}^3$ .

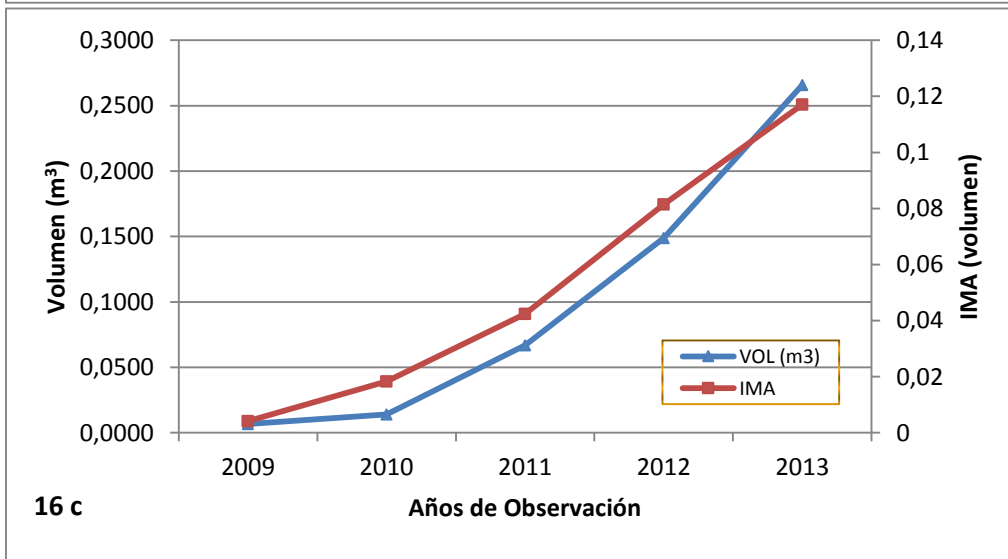
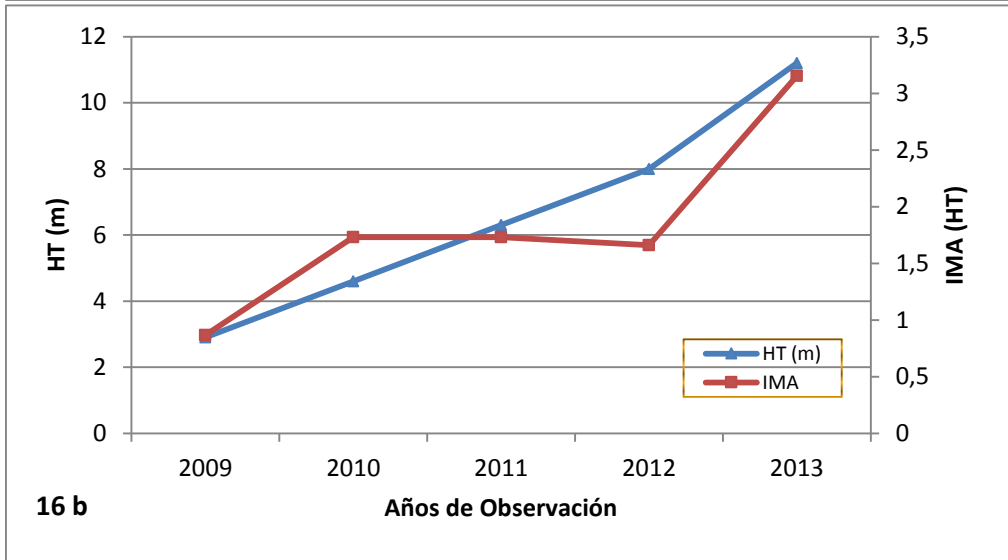
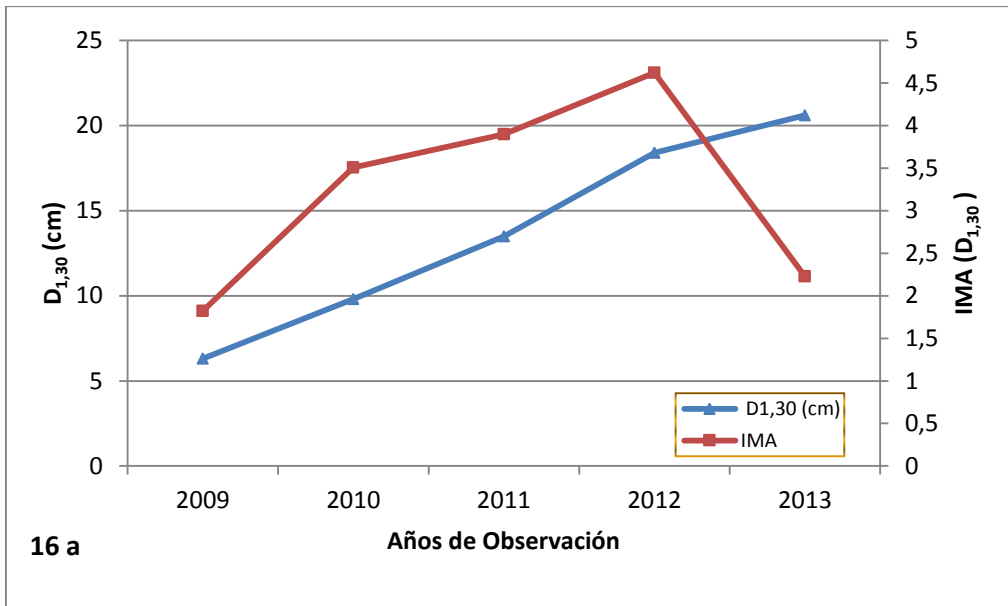


Figura 16. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub>, altura y volumen de *Apeiba membranacea* Aubl establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y el volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,99; la relación entre altura y volumen indica que existe correlación positiva alta de 0,8.

#### **5.2.2.4. *Cedrela odorata* L. (Cedro)**

La figura 17, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 17a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 6,81 cm y un IMA de 1,63 cm, a partir del 2009 presenta una dinámica de incremento constante con poca variabilidad, alcanzando su máximo valor en el año 2013 de 1,90 cm; la figura 17b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 4,04 m y el IMA es de 0,65 m, con una dinámica con baja variabilidad, registrando el máximo incremento en el año 2013 de 1,16 m; y, la figura 17c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de 0,0106  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0023  $\text{m}^3$ , su dinámica es constante con poca variabilidad registrando su mayor incremento en el año 2013 con un valor de 0,0057  $\text{m}^3$ .



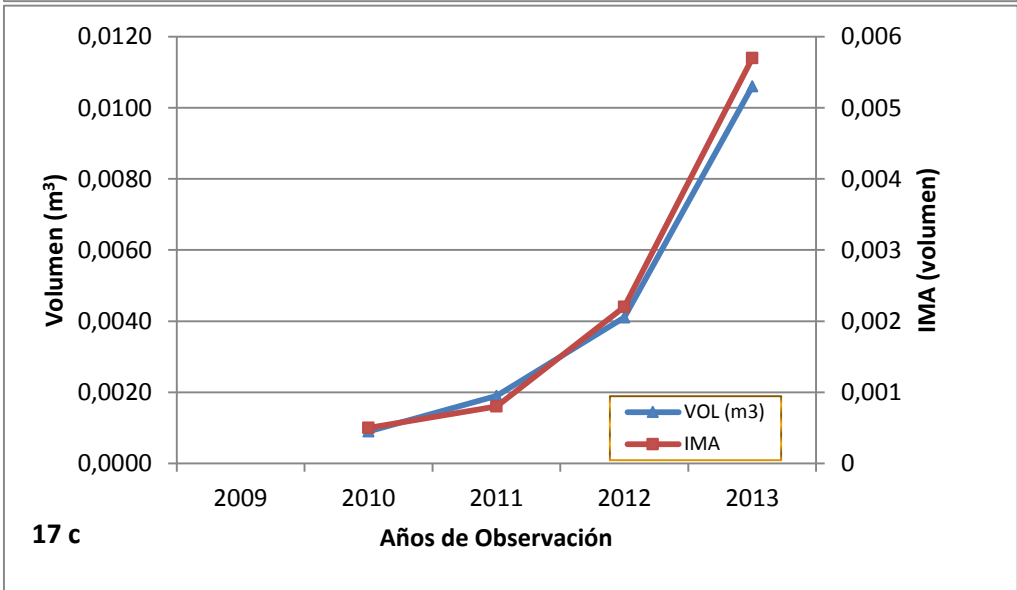
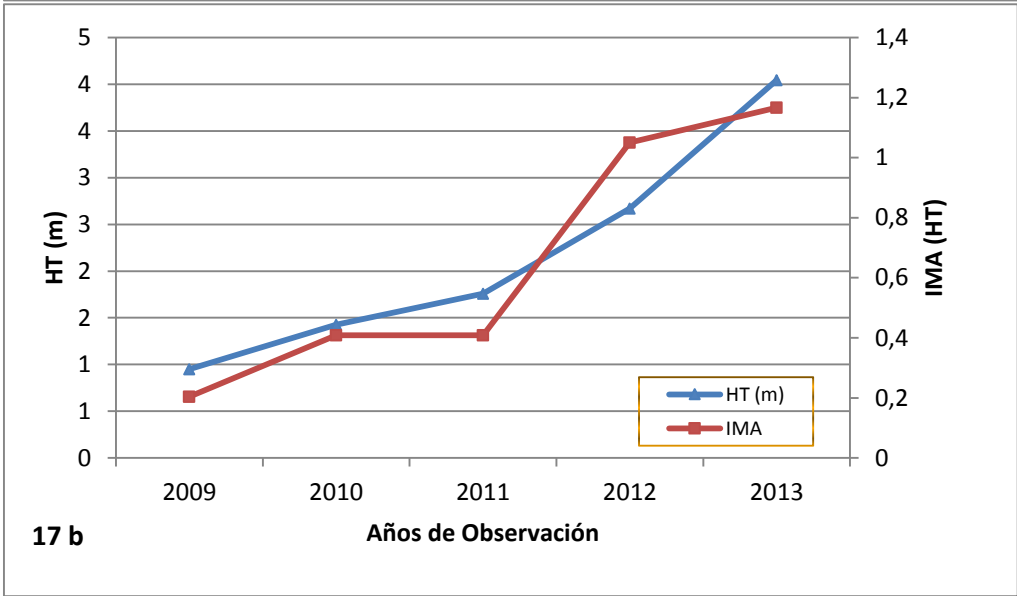
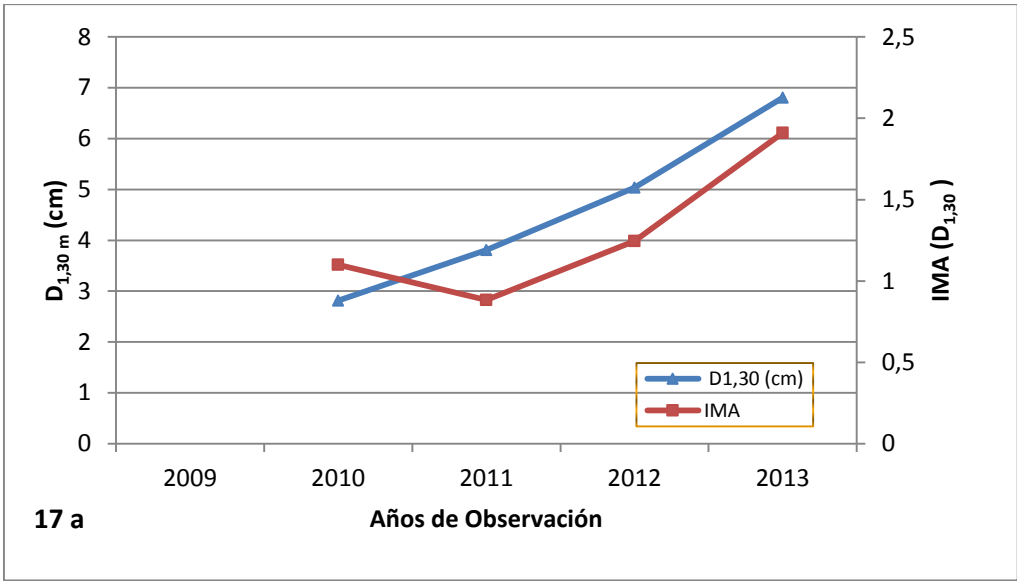


Figura 17. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub> m, altura y volumen de *Cedrela odorata* L. establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,96; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,83.

#### **5.2.2.5. *Guarea kunthiana* A. Juss. (Manzano colorado)**

La figura 18, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 18a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 11,90 cm y un IMA de 1,90 cm, presenta una dinámica muy variada el máximo valor lo registra en el año 2010 un valor de 2,9 cm, a partir de este año el incremento disminuye, en el año 2013 la especie tiende a estabilizarse en un valor de 1,76 cm; la figura 18b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 10,20 m y el IMA es de 1,64 m, el incremento a partir del año 2010 tiende a estabilizarse hasta el término del año 2013; y, la figura 18c representa el crecimiento en volumen a los 5 años de 0,1000  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0156  $\text{m}^3$ , el incremento presenta una dinámica constante con poca variabilidad alcanzando su máximo valor en el año 2013 de 0,0313  $\text{m}^3$ .

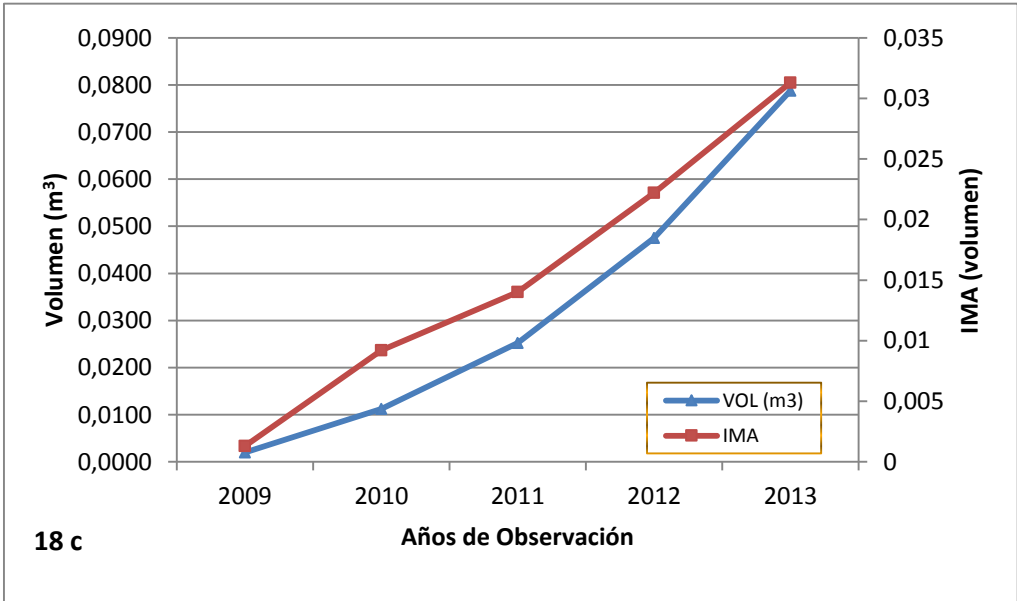
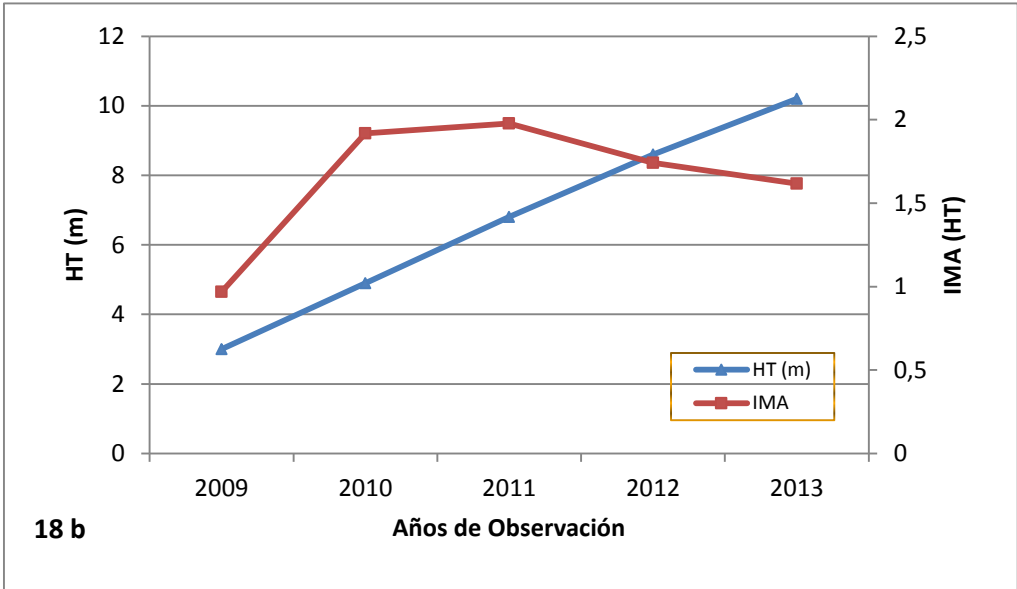
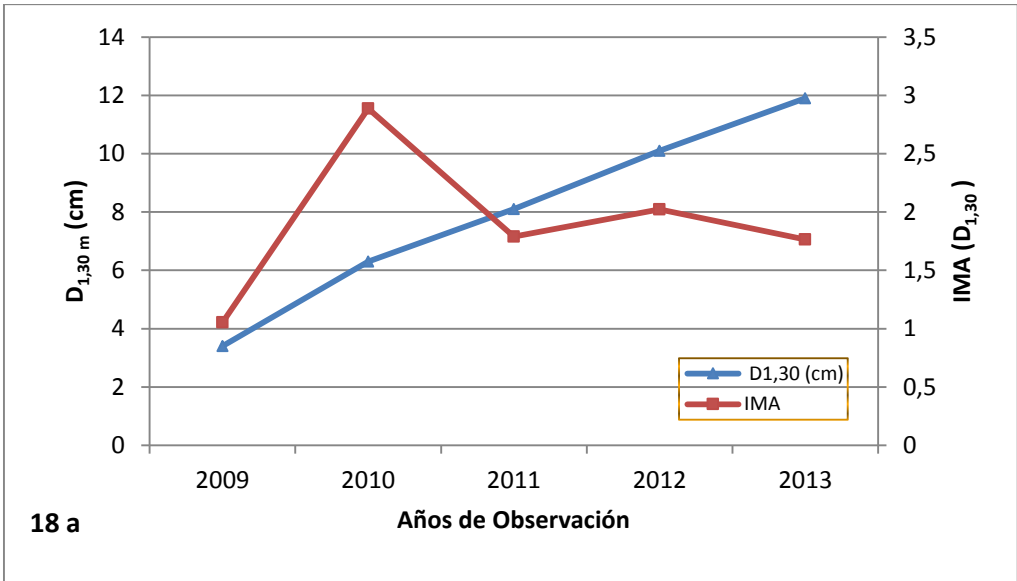


Figura 18. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub> m, altura y volumen de *Guarea kunthiana* A.Juss establecida en el año 2009.

El coeficiente de correlación de la especie *Guarea kunthiana* entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,97; la relación entre altura y volumen indica que existe correlación positiva moderada de 0,62.

#### **5.2.2.6. *Caryodendron orinocense* Karsten (Maní de árbol)**

La figura 19, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 19a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 5,71 cm y un IMA de 0,93 cm, presenta un incremento constante alcanzando su mayor incremento en el año 2012 con un valor de 1,19 cm, a partir de este año tiende a disminuir el incremento; la figura 19b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 5,21 m y el IMA es de 0,85 m, su dinámica es variable a partir del 2009 la especie presenta un incremento periódico hasta el 2011, en el 2012 la especie reduce su incremento y en el 2013 la especie logra alcanzar su mayor incremento con valor de 1,11 m; y, la figura 19c representa el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,0105\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0021\text{ m}^3$ , su dinámica en crecimiento es constante, registrando su máximo valor en el año 2013 de  $0,0051\text{ m}^3$

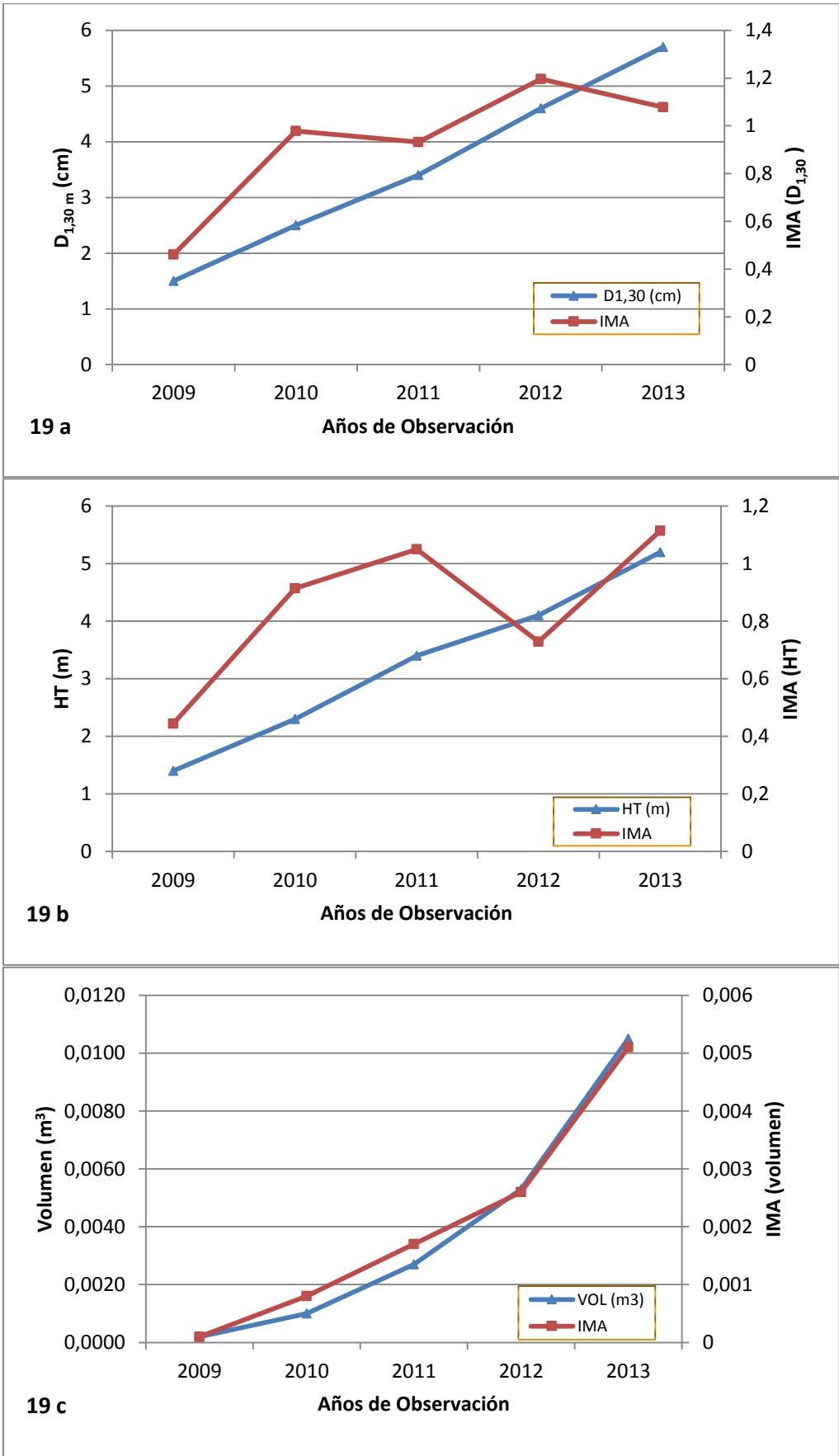


Figura 19. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub> m, altura y volumen de *Caryodendron orinocense* Karsten establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,95; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,82.

#### **5.2.2.7. *Pouteria capasifolia* Pilz (Caimito Maderable)**

La figura 20 indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años. Además, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 20a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 3,82 cm y un IMA de 0,95 cm, a partir del año 2010 las especie presenta un buen incremento alcanzando un valor de 1,1 cm en el año 2013, a partir de este año el incremento tiende a reducirse; la figura 20b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 5,41 m y el IMA es de 0,99 m, el incremento es constante desde el año 2009 alcanzando el mejor incremento en el año 2013 con un valor de 1,69 m; y la figura 20c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,0045\text{ m}^3$  con un IMA de  $0,0011\text{ m}^3$ , la dinámica de crecimiento es constante alcanzando el mayor incremento en el año 2013 con un valor de  $0,0026\text{ m}^3$ .

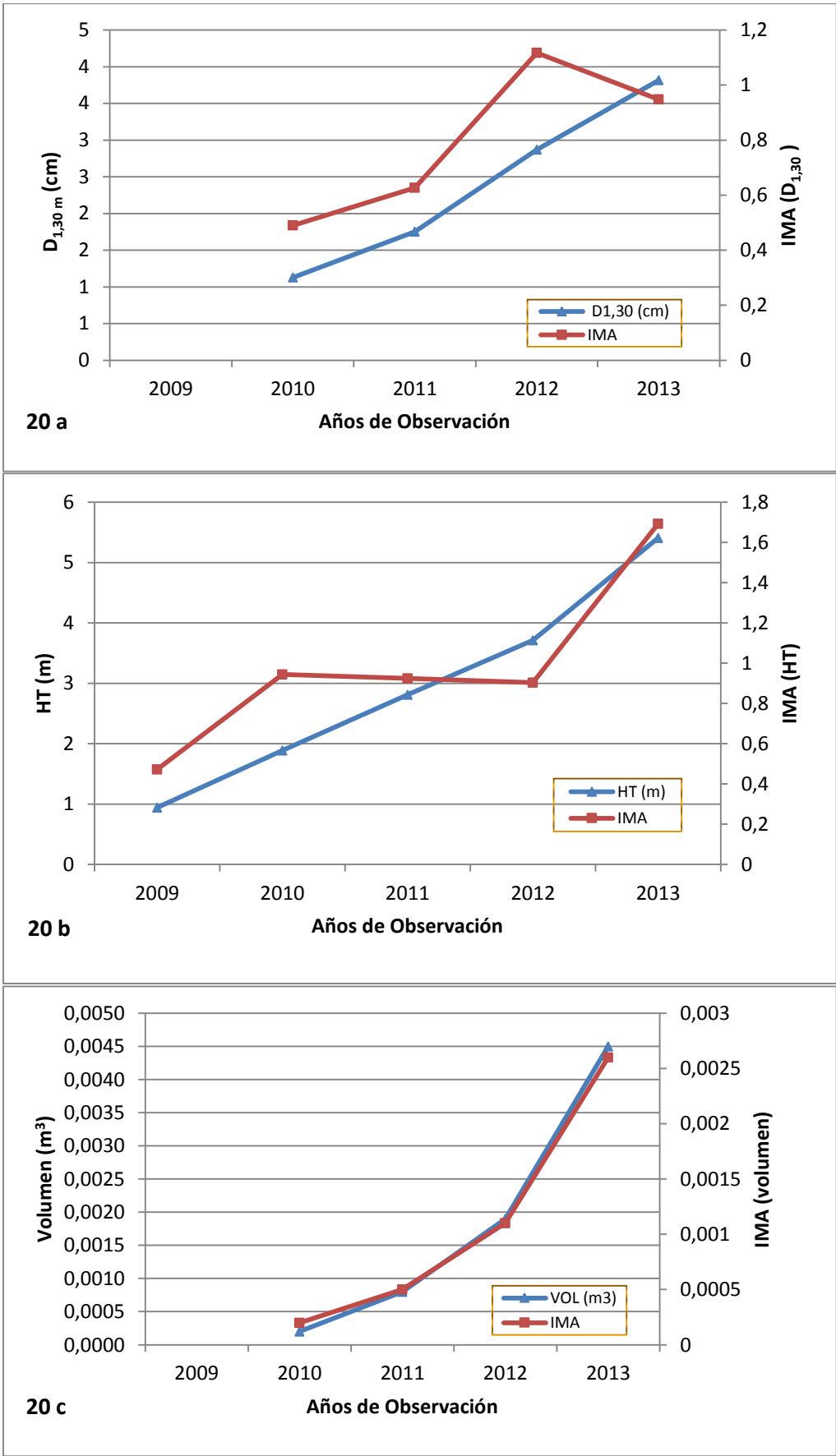


Figura 20. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30 m</sub>, altura y volumen de *Pouteria capisifolia* Pilz establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,99; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,79.

#### **5.2.2.8. *Terminalia amazonia* (J. F. Gmel) Exell. (Yumbingue)**

La figura 21 indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años. La figura 21a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 12,21 cm y un IMA de 2,13 cm, a partir del año 2010 la especie alcanza su mayor crecimiento de 2,68 cm, el incremento tiende a estabilizarse disminuyendo su valor en el año 2013 con valor de 2 cm; la figura 21b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 12,37 m y el IMA es de 2,21 m, presenta una alta variación en su dinámica de crecimiento desde el año 2009 registrándose en el 2012 el menor incremento con 1,63 m y el valor máximo en el 2013 de 3 m; y, la figura 21c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de 0,0983  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0196  $\text{m}^3$ , presenta un incremento constante alcanzando el máximo valor en el año 2013 con un valor de 0,0440  $\text{m}^3$ .



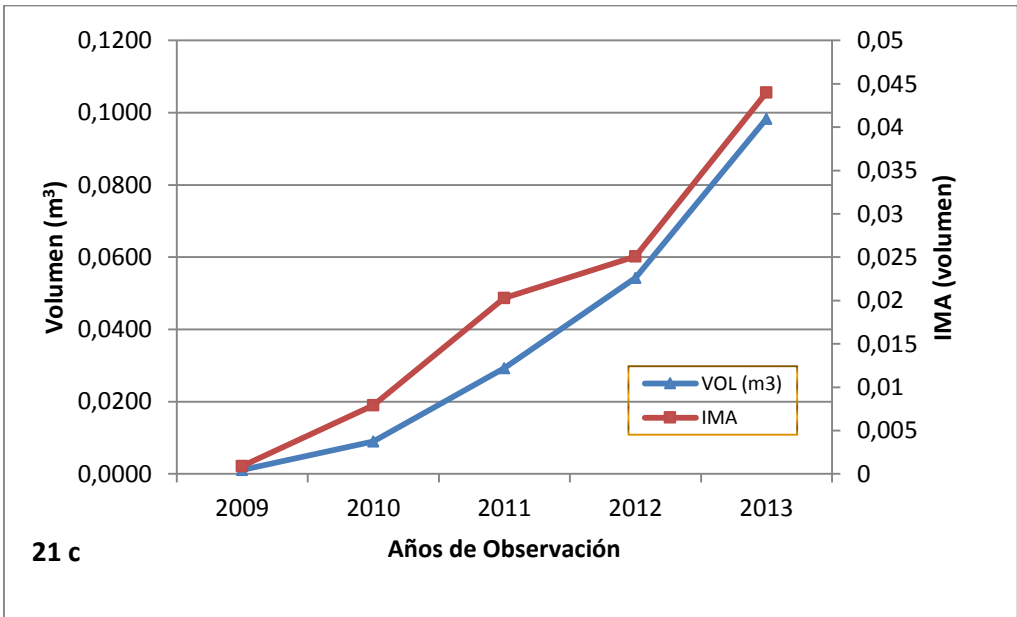
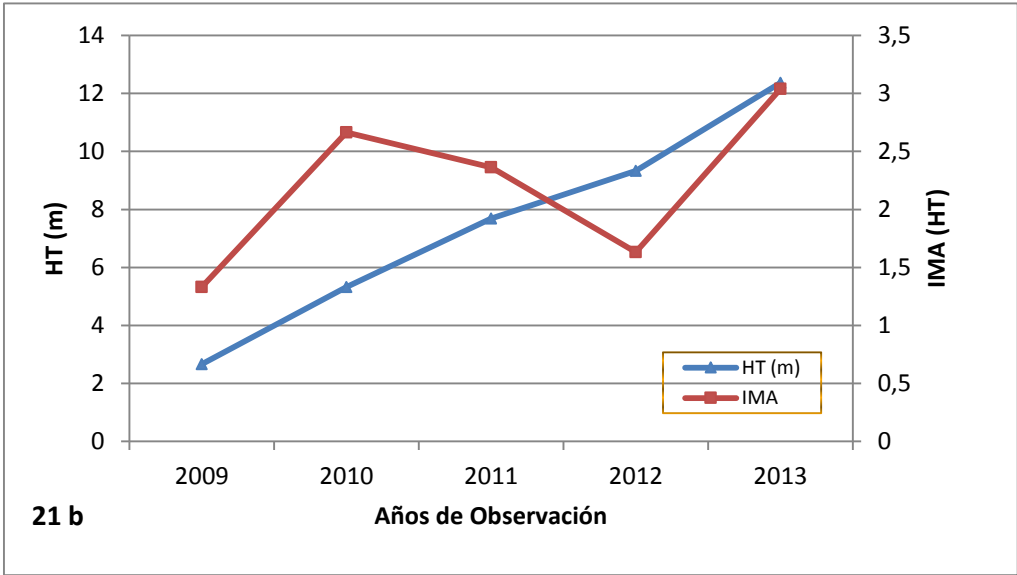
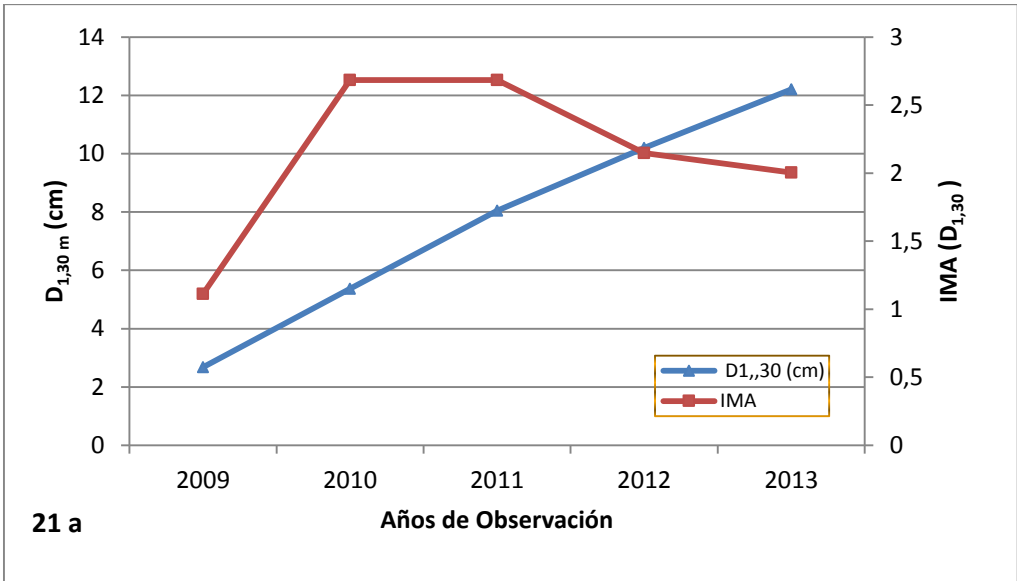


Figura 21. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30 m</sub>, altura y volumen de *Terminalia amazonia* (J. F. Gmel) Exell, establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,98; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,77.

#### **5.2.2.9. *Albizia* sp. (Falso romerillo)**

La figura 22 indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 22a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 16,69 cm y un IMA de 2,97 cm, en el año 2010 la especie alcanza el mayor incremento con un valor de 3,71 cm, a partir de este año la especie tiene a disminuir su incremento registrando en el 2013 un valor de 2,38 cm; la figura 22b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 15,83 m y el IMA es de 2,82 m, la dinámica es variable registrando desde el año 2009, en el año 2012 presenta el menor incremento con un valor de 2m y el máximo valor registrado es en el 2013 con 4,41 m; en el año 2012 la especie presenta bajo IMA de 2 m; y, la figura 22c representa el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,2488\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0497\text{ m}^3$ , el incremento es constante alcanzando el mayor crecimiento en el año 2013 con un valor de  $0,1169\text{ m}^3$ .

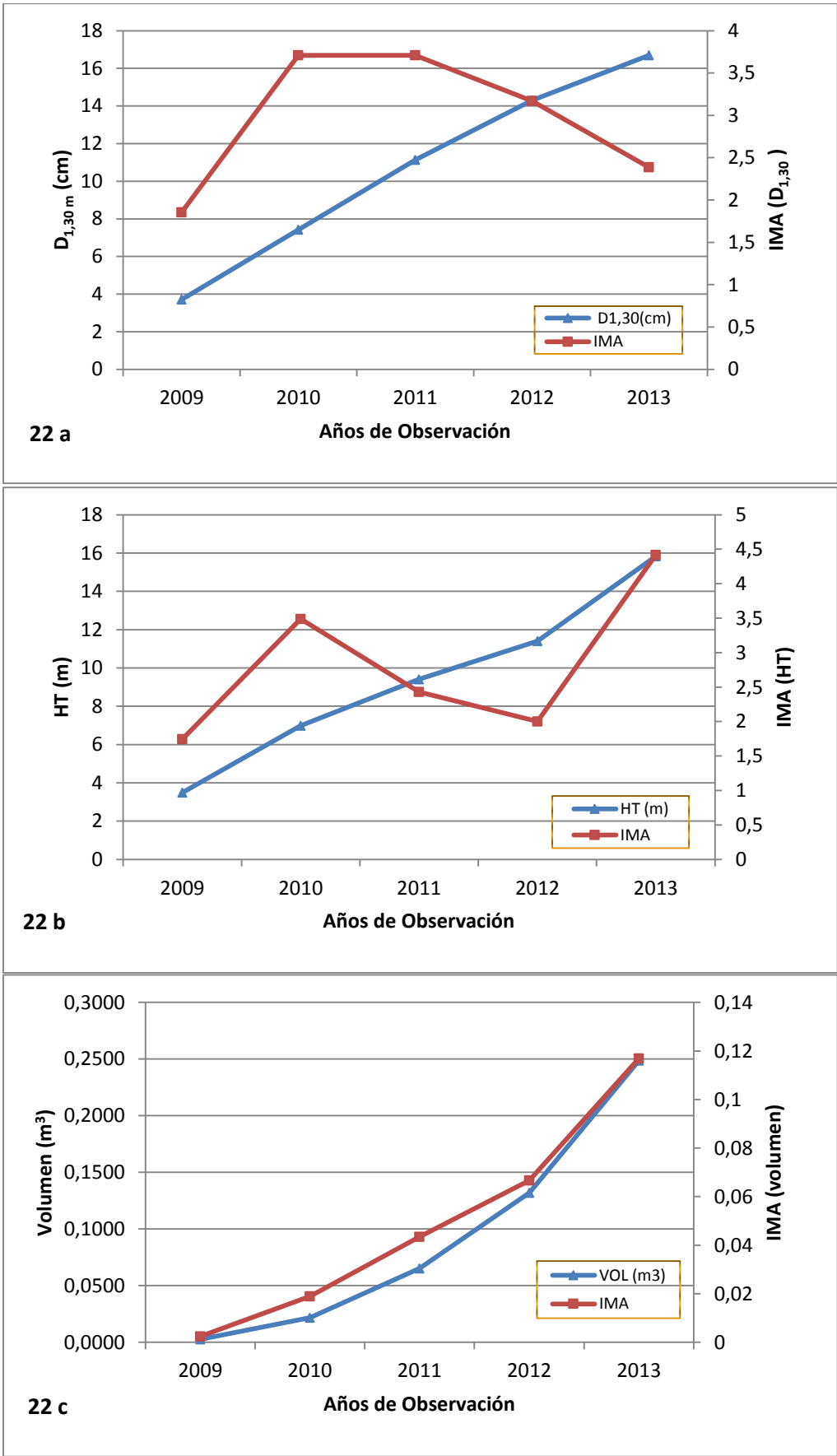


Figura 22. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30 m</sub>, altura y volumen de *Albizia* sp., establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe una correlación positiva muy alta de 0,99; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,79.

#### **5.2.2.10. *Nectandra* sp. (Canelón)**

La figura 23 indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 23a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 11,67 cm y un IMA de 2,92 cm, en el año 2011 la especie registra el máximo valor con un incremento de 2,84 cm a partir del 2011 la especie tiende a disminuir su incremento llegando a el año 2013 con valor de 2,06 cm ; la figura 23b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 11,29 m y el IMA es de 2,26 m, la dinámica es medianamente variable, desde el 2009 se diferencia el incremento en el año 2012 la especie presenta bajo IMA en altura de 1,2 m, en el año 2013 alcanza el máximo valor de 5,38 m; y la figura 23c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de 0,0811  $\text{m}^3$  y un IMA de 0,0203  $\text{m}^3$  el crecimiento es constante presentando el mayor crecimiento en el año 2013 con un valor de 0,0526 .

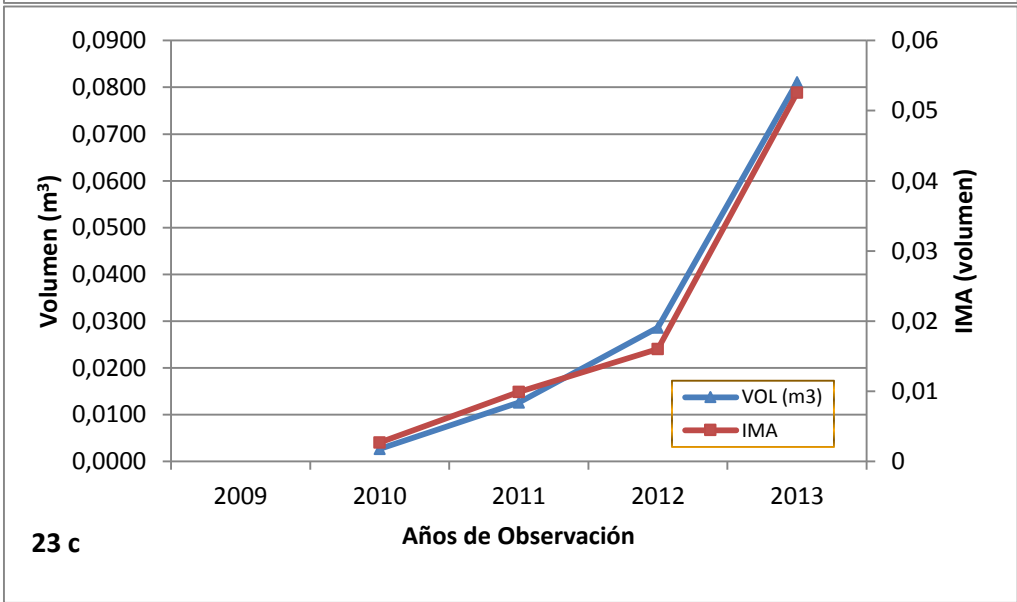
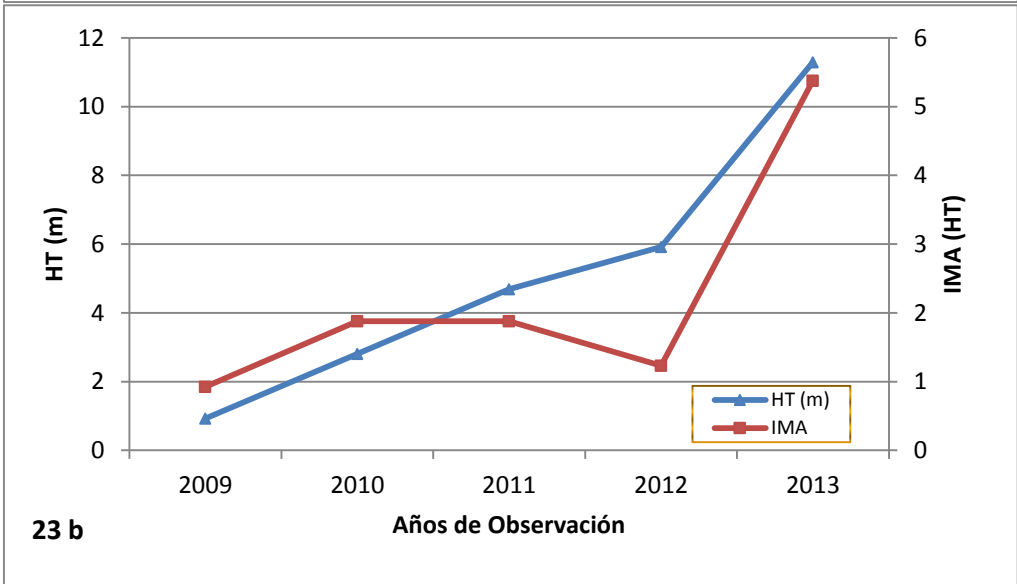
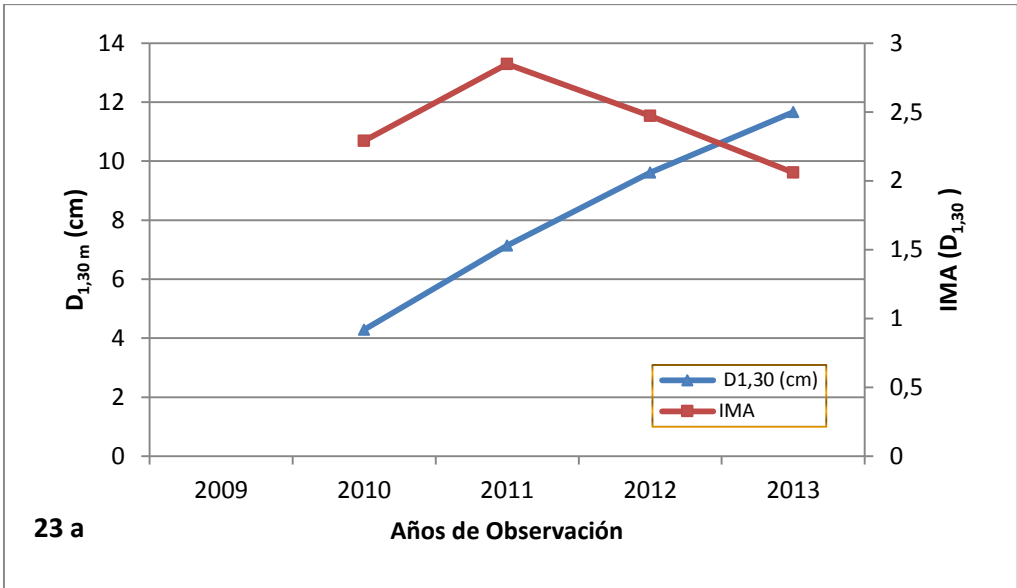


Figura 23. Crecimiento e incremento medio anual en  $D_{1,30}$  m, altura y volumen de *Nectandra* sp., establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,98; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,77.

#### **5.2.2.11. *Podocarpus tepuiensis* J. Buchholz & N.E. Gray (Romerillo)**

La figura 24 indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 24a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 0,95 cm y un IMA de 0,18 cm; la figura 24b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 1,50 m y el IMA es de 0,30 m, en el año 2011 alcanza el mayor incremento con un valor de 1,88 m, el incremento tiende a disminuir registrando en el año 2013 un valor de 0,2 m; y, la figura 24c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,0001\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0001\text{ m}^3$ .

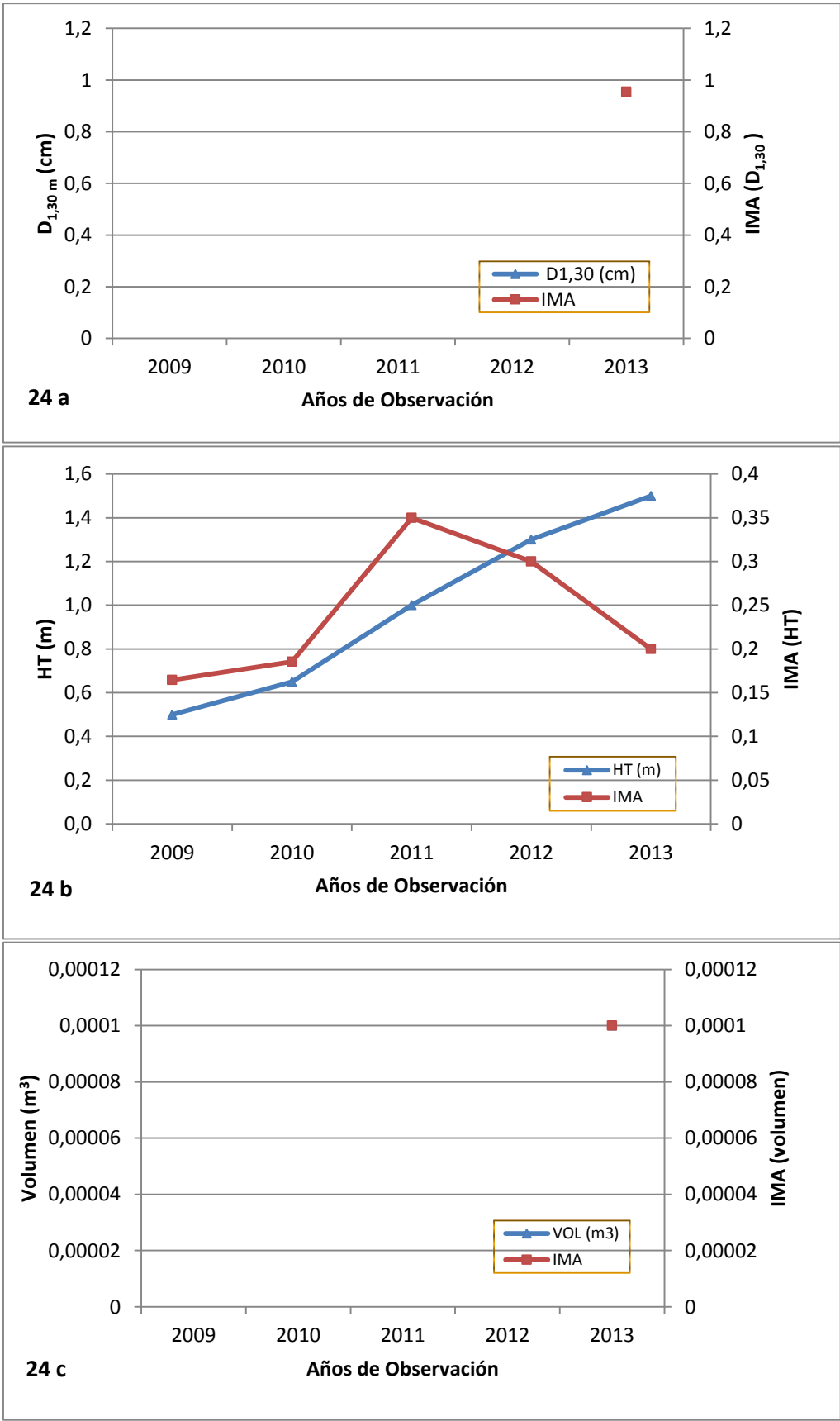


Figura 24. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30 m</sub>, altura y volumen de *Podocarpus tepuyense* J. Buchholz & N.E. Gray establecida en el año 2009.

El coeficiente de correlación para la especie, no se determina debido al bajo porcentaje de supervivencia, representado por un solo individuo vivo.

#### **5.2.2.12. *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (Balsa)**

La figura 25, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 25a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 29,23 cm y un IMA de 5,85 cm; a partir del año 2009, la especie presenta un incremento constante, en el año 2011 la especie tiene un alto IMA en  $D_{1,30\text{ m}}$ ; de 10,08 cm y en el año 2013 la especie presenta su menor incremento con un valor de 3,24 m; la figura 25b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 17,59 m y el IMA es de 3,52 m, el incremento presenta una alta variabilidad en su incremento, en el 2010 la especie alcanza el mayor incremento con un valor de 4,88 m ; en el año 2012 la especie presenta bajos IMA en altura de 1,2 m y en el año 2013 la especie tiende a incrementar su valor en 4,90 m; y, la figura 25c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,8383\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,1677\text{ m}^3$ , presenta una mediana variabilidad en su incremento alcanzando el mayor crecimiento en el 2013 de  $0,3356\text{ m}^3$ .



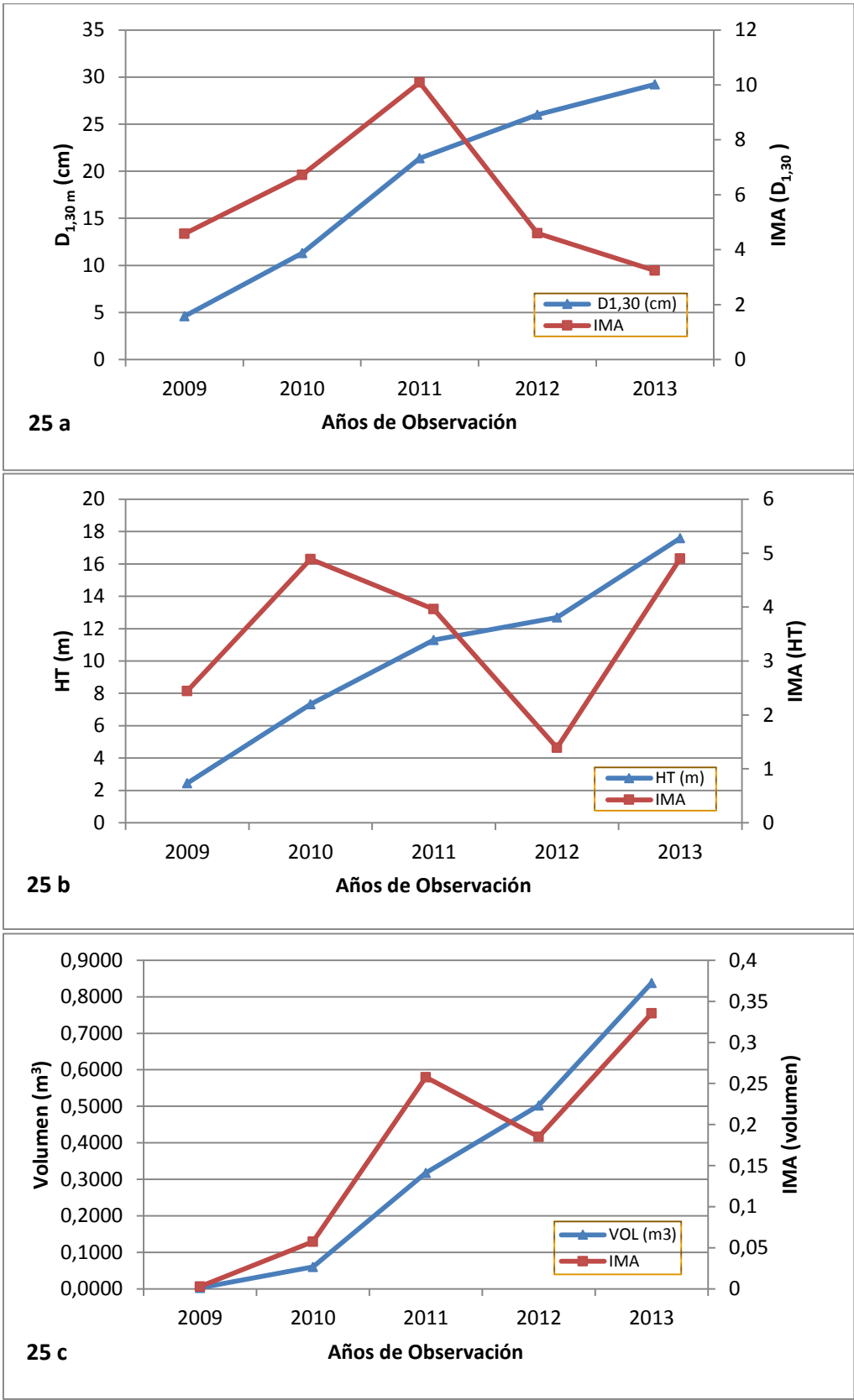


Figura 25. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30 m</sub>, altura y volumen de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta 0,92; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva muy alta de 0,92.

#### **5.2.2.13. *Pictocoma discolor* (Kunth) Pruski (Tunash)**

La figura 26 indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años. La figura 26a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 14,5 cm y un IMA de 2,90 cm, a partir del año 2009 al 2011 la especie presenta un buen incremento alcanzando un valor máximo de 4 cm y a partir de este año la especie disminuye su incremento registrando un valor de 1,12 en el año 2013; a partir del año 2011 la especie disminuye su IMA en  $D_{1,30\text{ m}}$ ; la figura 26b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 13,04 m y el IMA es de 2,61 m, presenta una dinámica constante desde el año 2009 alcanzando en el año 2013 un valor de 3,85 m; y, la figura 26c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,1418\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0284\text{ m}^3$ , con un crecimiento constante y una baja variabilidad de dinámica en su incremento.

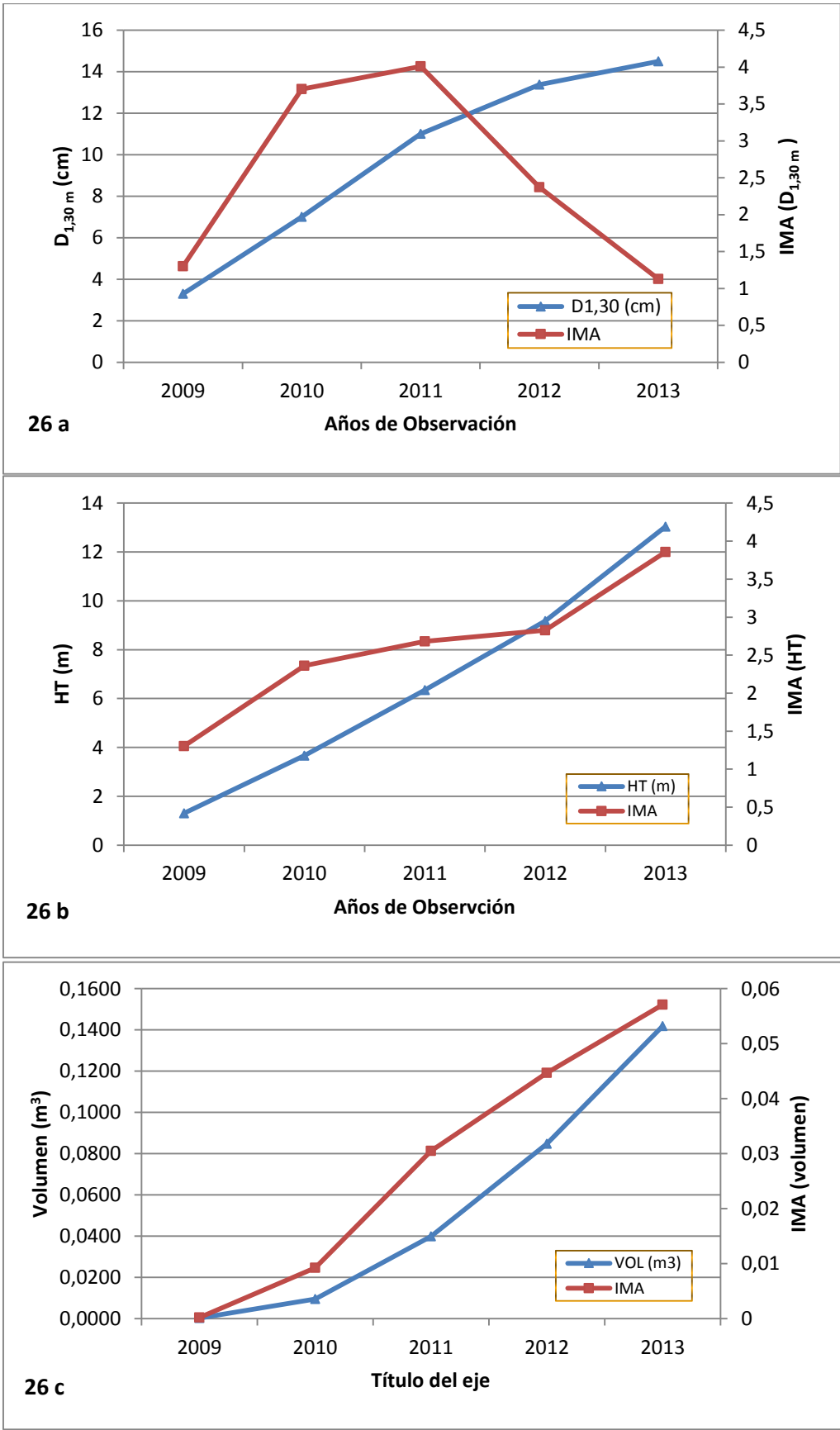


Figura 26. Crecimiento e incremento medio anual en  $D_{1,30}$  m, altura y volumen de *Pictocoma discolor* (Kunth) Pruski establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,96; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva baja de 0,27.

#### **5.2.2.14. *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don (Arabisco)**

La figura 27, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años. Además, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 27a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 8,74 cm y un IMA de 1,13 cm, en el año 2011 la especie alcanza su mayor incremento con un valor de 2 cm; a partir de este año, la especie reduce el IMA, alcanzando en el 2013 un valor de 1,31 cm; la figura 27b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 9,37 m y el IMA es de 1,87 m, presenta un crecimiento constante alcanzando su mayor valor en el año 2013, con un valor de 3,05 m; y, la figura 27c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,0448\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0112\text{ m}^3$  presentando un contante incremento con poca variabilidad en su dinámica, alcanzando en el año 2013 un incremento en  $0,0233\text{ m}^3$ .

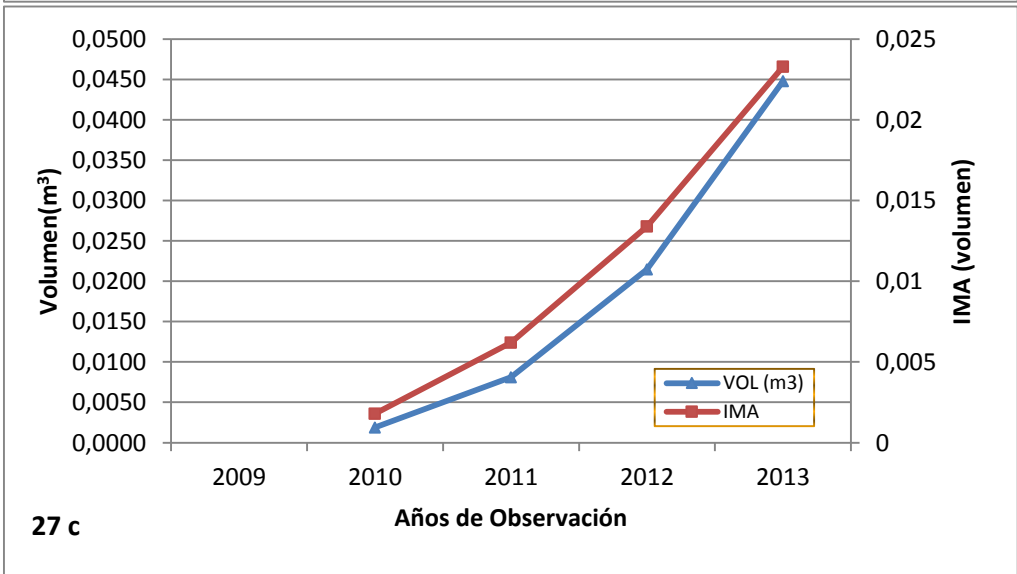
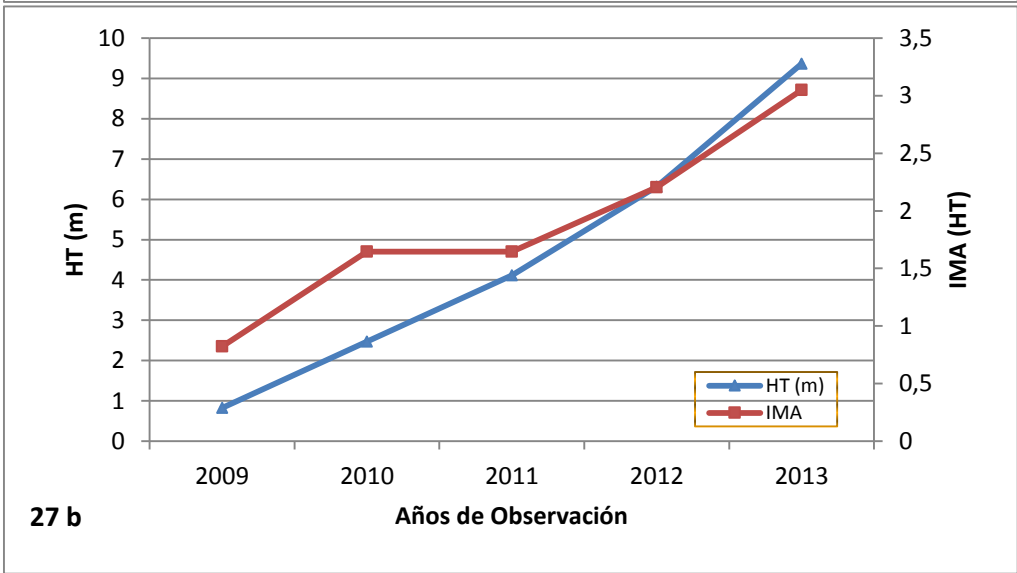
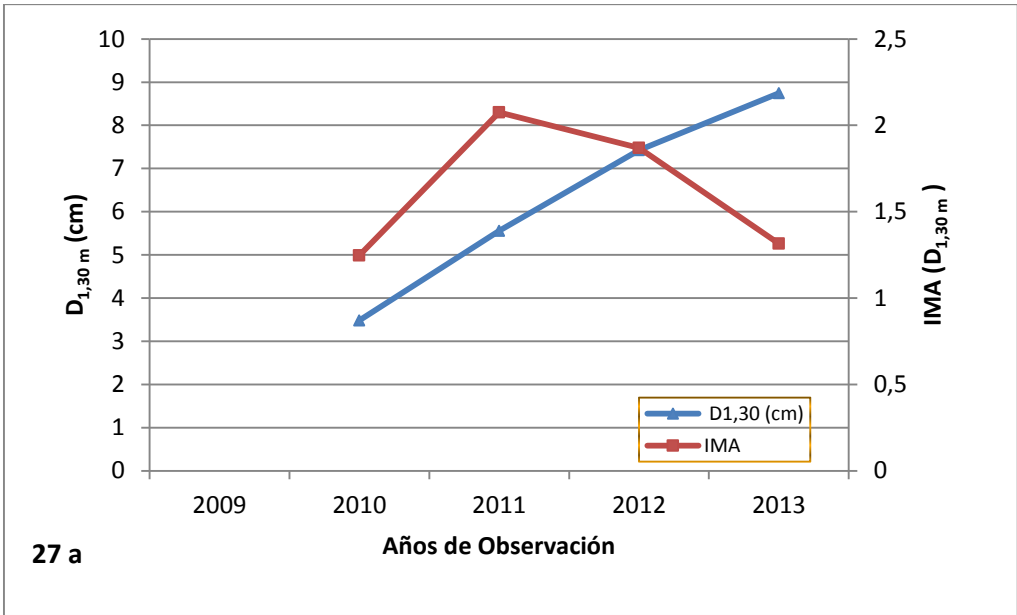


Figura 27. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub>, altura y volumen de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don., establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta 0,95; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva muy alta de 0,94.

#### **5.2.2.15. *Heliocarpus americanus* L. (Balsilla)**

La figura 28, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 28a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 25,25 cm y un IMA de 4,39 cm, en el 2010 la especie alcanza su mejor incremento registrando un valor de 6,64 cm, a partir de este año disminuye el incremento registrando en el 2013 un valor de 2,89 cm; la figura 28b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 17,29 m y el IMA es de 3,11 m, presenta una dinámica moderadamente variada, alcanzando su mayor incremento en el año 2013 con un valor de 4,13 m; y, la figura 28c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,5896\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,1177\text{ m}^3$ , presenta un incremento constante alcanzando un valor de 0,2411 en el año 2013.

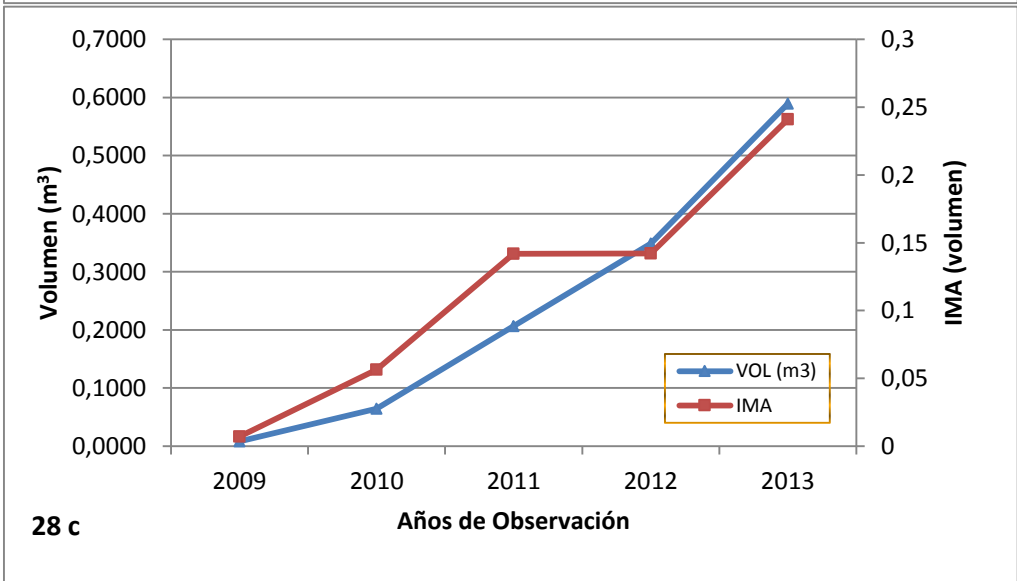
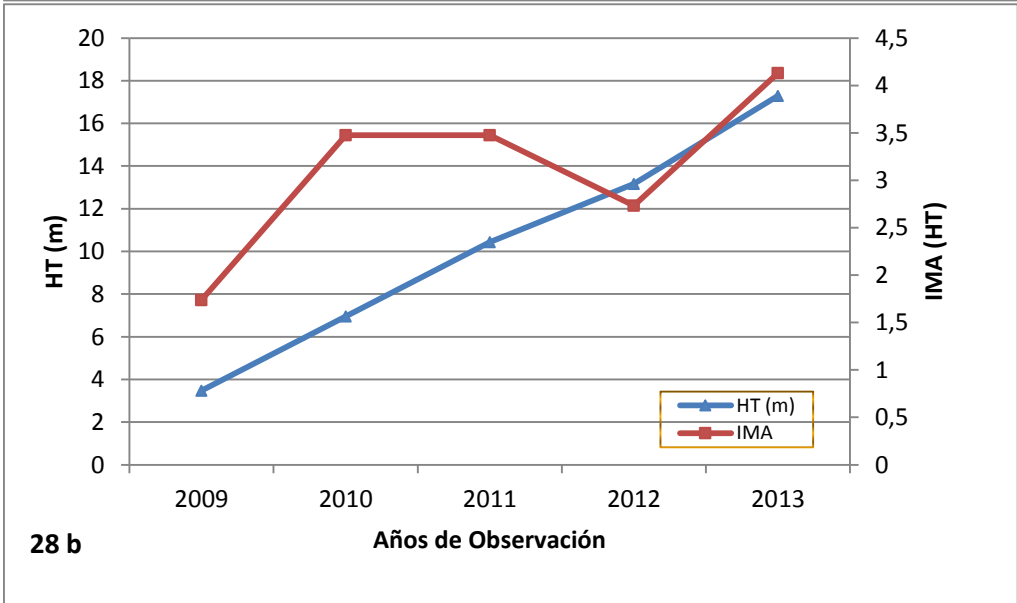
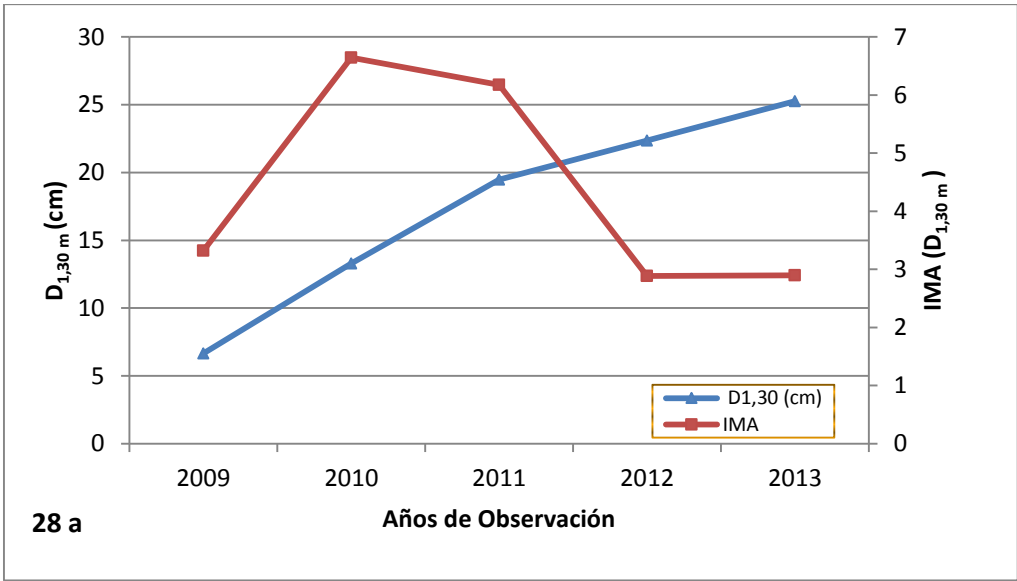


Figura 28. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30</sub> m, altura y volumen de *Heliocarpus americanus* L. establecida en el año 2009.

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,98; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva moderada de 0,44.

#### **5.2.2.16. *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. ex C.A.Mey (Fernán Sánchez)**

La figura 29, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en el periodo de 5 años. Además, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 29a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 6,09 cm y un IMA de 1,22 cm, presentan un incremento variado desde el 2009, en el 2011 la especie disminuye su crecimiento en 0,85 cm; en el año 2011 la especie presenta bajo IMA en  $D_{1,30\text{ m}}$  de 0,86 cm; la figura 29b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 6,38 m y el IMA es de 1,10 m, presenta un constante incremento alcanzando el máximo valor de 1,57 m, en el año 2013; y la figura 29c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,0211\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0053\text{ m}^3$ , con incremento contante con un valor de  $0,0116\text{ m}^3$  en el año 2013.



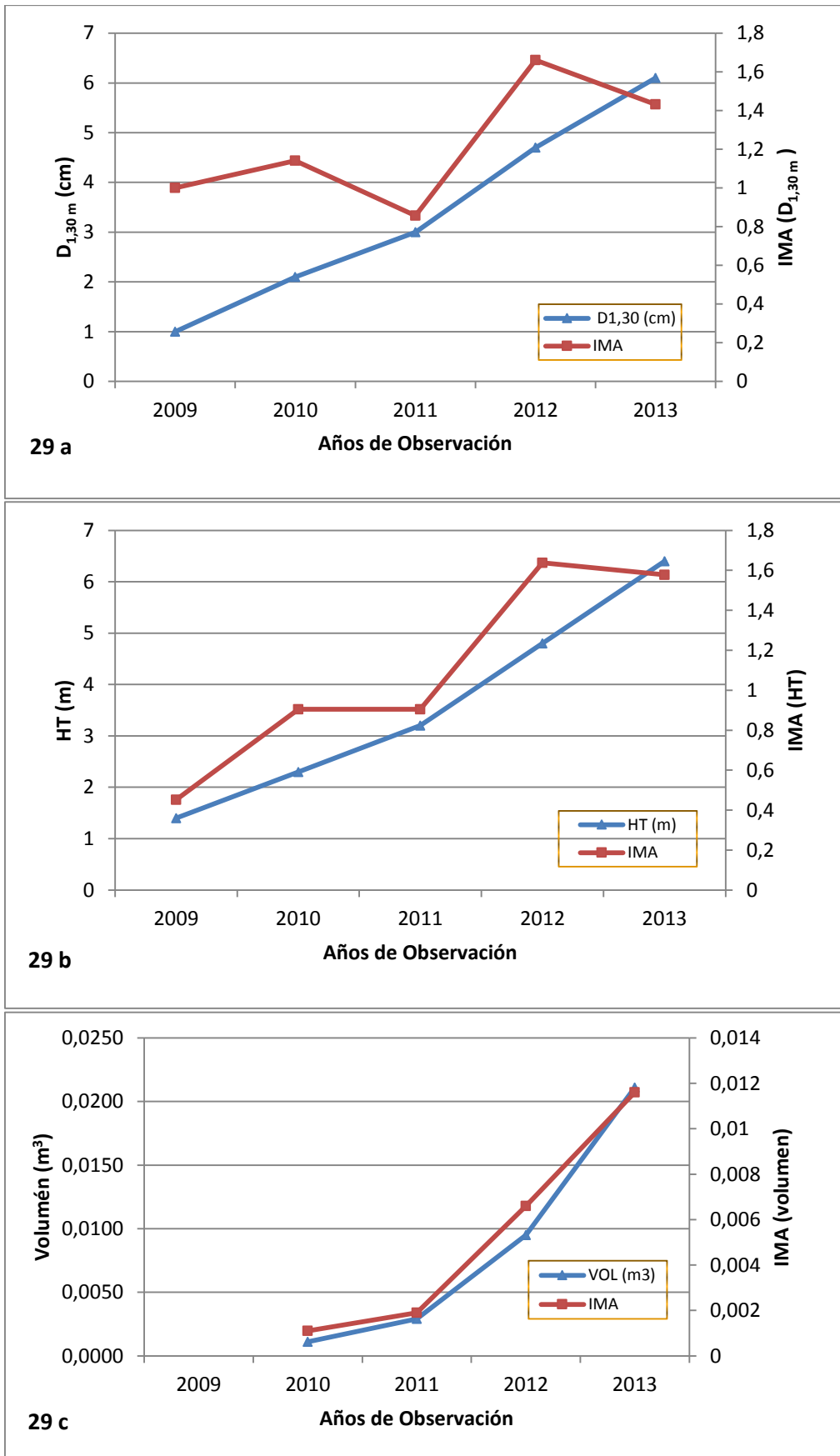


Figura 29. Crecimiento e incremento medio anual en D<sub>1,30 m</sub>, altura y volumen de *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A.Mey. ex C.A.Mey establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,90; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,81.

#### **5.2.2.17. *Aspidosperma laxiflorum* Kuhlmann Remo)**

La figura 30, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años y, los incrementos medios anuales alcanzadas en cada variable. La figura 30a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 5,35 cm y un IMA de 1,34 cm, con una gran variabilidad drástica en su dinámica de incremento alcanzando en el 2011 el menor incremento con un valor de 0,7 cm y el máximo valor en el año 2012 con 2,06 cm, en año 2013 la especie nuevamente disminuye su incremento; la figura 30b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 5,29 m y el IMA es de 1,06 m, presenta un incremento constante desde el 2009 al 2012 alcanzando su máximo valor de 1,92 m, y en el año 2013 disminuye su incremento en un valor de 0,8 m; y la figura 30c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,0081\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0020\text{ m}^3$ , presenta un incremento constante en los años 2009 al 2013 alcanzando un valor de  $0,0044\text{ m}^3$ .

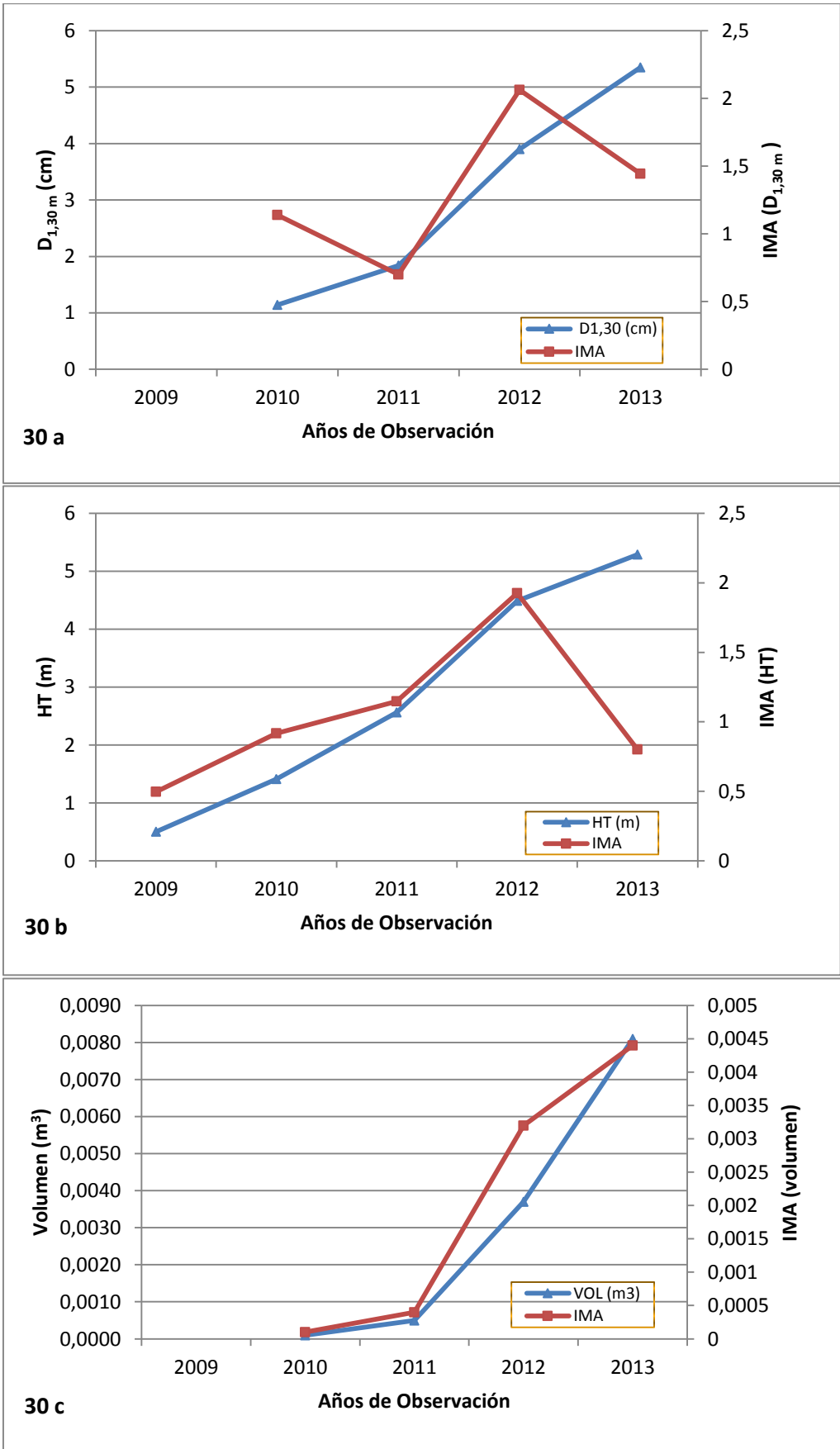


Figura 30. Crecimiento e incremento medio anual en  $D_{1,30 m}$ , altura y volumen de *Aspidosperma laxiflorum* Kuhlm establecida en el año 2009

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva muy alta de 0,95; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva alta de 0,72.

#### **5.2.2.18. *Remigia* sp. (Cascañón)**

La figura 31, indica el crecimiento promedio de  $D_{1,30\text{ m}}$  (cm), altura total (m) y volumen ( $\text{m}^3$ ), en un periodo de 5 años Y, los incrementos medios anuales de cada variable. La figura 31a muestra que la especie a los 5 años alcanza un  $D_{1,30\text{ m}}$  de 3,15 cm y un IMA de 1,57 cm; la figura 31b indica que el crecimiento en altura a los 5 años es de 2,82 m y el IMA es de 0,94 m, la especie presenta un incremento constante desde el 11 al 2013 con valor de 1,26 m en el año 2013 ; y, la figura 31c presenta el crecimiento en volumen a los 5 años de  $0,0023\text{ m}^3$  y un IMA de  $0,0011\text{ m}^3$ .

El coeficiente de correlación entre el  $D_{1,30\text{ m}}$  y volumen, indican que existe correlación positiva alta 0,86; la relación entre altura y volumen, indica que existe correlación positiva muy alta de 0,96.

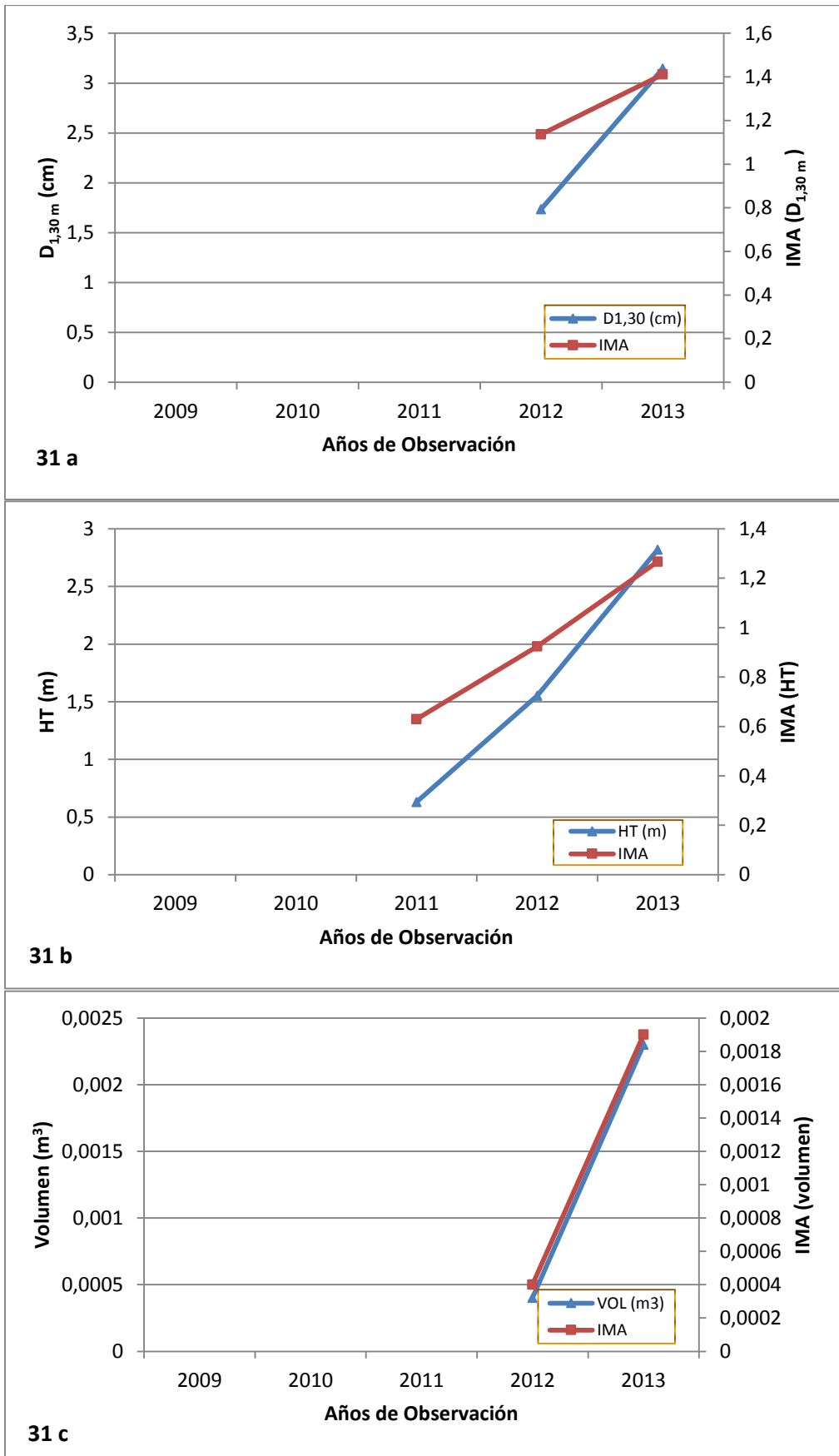


Figura 31. Crecimiento e incremento medio anual en  $D_{1,30 m}$ , altura y volumen de *Remigia* sp., establecida en el año 2009

### 5.3. Diámetro y forma de la copa de las 29 especies forestales establecidas en los años 2005 y 2009 en el jardín botánico El Padmi

Los resultados del diámetro y forma de copa de las especies establecidas en el año 2005, indican que siete de ellas se destacan por presentar diámetros de copa mayores a 2,5 m, y la forma que más se destaca son redondeada, sombrilla y elipsoidal; mientras que las especies forestales establecidas en el año 2009, ocho de ellas presentan diámetros de copa mayores a 2,5 m y, la forma de copa que más predominan son la redondeada, colgante y elipsoidal (Cuadro 5).

Cuadro 5. Diámetro y forma de copa de las especies establecidas en el 2005 y 2009.

<b>Diámetro y forma de copa de 11 especies forestales establecidas en el año 2005</b>		
<b>Especie</b>	<b>Diámetro de copa (m)</b>	<b>Forma de Copa</b>
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	3,55	Sombrilla
<i>Vitex cymosa</i>	4,89	Elipsoidal
<i>Lafoensia</i> cf. <i>punicifolia</i>	4,62	Elipsoidal
<i>Persea</i> sp.	3,29	Redondeada
<i>Clarisia biflora</i>	2,99	Redondeada
<i>Nectandra membranaceae</i>	2,10	Sombrilla
<i>Huartea glandulosa</i>	4,11	Redondeada
<i>Tabebuia chrysantha</i>	0,65	Sombrilla
<i>Swietenia macrophylla</i>	1,37	Redondeada
<i>Platymiscium pinnatum</i>	2,83	Colgante
<i>Dacryodes peruviana</i>	0,00	-
<b>Diámetro y forma de copa de 18 especies forestales establecidas en el año 2009</b>		
<i>Terminalia oblonga</i>	3,26	Redondeada
<i>Clarisia racemosa</i>	1,31	Triangular
<i>Apeiba membranacea</i>	3,03	Redondeada
<i>Cedrela odorata</i>	0,44	Sombrilla
<i>Guarea kunthiana</i>	2,61	Redondeada
<i>Caryodendron orinocense</i>	0,95	Elipsoidal
<i>Pouteria capasifolia</i>	0,82	Elipsoidal
<i>Terminalia amazonia</i>	3,02	Redondeada
<i>Albizia</i> sp.	3,22	Redondeada
<i>Nectandra</i> sp.	3,17	Triangular
<i>Podocarpus tepuiensis</i>	0,35	Fusiforme
<i>Ochroma pyramidale</i>	3,53	Redondeada
<i>Pictocoma discolor</i>	2,23	Elipsoidal
<i>Jacaranda copaia</i>	1,26	Cónica
<i>Heliocarpus americanus</i>	3,00	Colgante
<i>Triplaris cumingiana</i>	1,36	Redondeada
<i>Aspidosperma laxiflorum</i>	1,09	Elipsoidal
<i>Remigia</i> sp.	0,54	Redondeada

#### 5.4. Índice de Esbeltez (E) de 29 especies forestales establecidas en los años 2005 y 2009 en el jardín botánico El Padmi.

En el índice de esbeltez, los valores superiores a 100 se consideran de carácter crítico, mientras que cercanos a 70 como normales. Las especies forestales establecidas en el año 2005, que presentan un grado de alteración e inestabilidad de la masa son: *Vitex cymosa* y *Nectandra membranaceae* y, las especies establecidas en el año 2009 que mayor inestabilidad de masa presentan son: *Pouteria capasifolia*, *Terminalia amazonia*, *Jacaranda copaia*, *Triplaris cumingiana* y *Aspidosperma laxiflorum* (Cuadro 6).

Cuadro 6. Índice de Esbeltez de las especies establecidas en los años 2005 y 2009.

Especies establecidas en el año 2005	
Especie	E (%)
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	72,79
<i>Vitex cymosa</i>	93,34
<i>Lafoensia cf. puniceifolia</i>	81,49
<i>Persea sp.</i>	76,19
<i>Clarisia biflora</i>	68,15
<i>Nectandra membranaceae</i>	95,47
<i>Huartea glandulosa</i>	76,40
<i>Tabebuia chrysantha</i>	80,99
<i>Swietenia macrophylla</i>	79,42
<i>Platymiscium pinnatum</i>	78,35
<i>Dacryodes peruviana</i>	00,00
Especies establecidas en el año 2009	
<i>Terminalia oblonga</i>	80,77
<i>Clarisia racemosa</i>	74,89
<i>Apeiba membranacea</i>	55,98
<i>Cedrela odorata</i>	61,04
<i>Guarea kunthiana</i>	87,34
<i>Caryodendron orinocense</i>	94,30
<i>Pouteria capasifolia</i>	142,28
<i>Terminalia amazonia</i>	103,21
<i>Albizia sp.</i>	99,80
<i>Nectandra sp.</i>	97,76
<i>Podocarpus tepuiensis</i>	93,80
<i>Ochroma pyramidale</i>	64,01
<i>Pictocoma discolor</i>	92,49
<i>Jacaranda copaia</i>	109,46
<i>Heliocarpus americanus</i>	71,22
<i>Triplaris cumingiana</i>	126,28
<i>Aspidosperma laxiflorum</i>	117,14
<i>Remigia sp.</i>	96,32

### 5.5. Índice de espacio vital de 29 especies forestales establecidas en los años 2005 y 2009 en el jardín botánico El Padmi.

El índice de espacio vital, es el espacio que una especie necesita para obtener un crecimiento normal; las especies que necesitan de mayor espacio que fueron establecidas en el año 2005 son: *Vitex cymosa*, *Lafoensia cf. puniceifolia*, *Platymiscium pinnatum* y, las establecidas en el año 2009 que mayor espacio requieren son: *Nectandra sp.*, *Terminalia amazonia* y *Aspidosperma laxiflorum* (Cuadro 7).

Cuadro 7. Índice de espacio vital de las especies establecidas en el año 2005 y 2009.

Especies establecidas en el año 2005		
Especie	IEV	Ind HA
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	15,24	656
<i>Vitex cymosa</i>	29,51	339
<i>Lafoensia cf. puniceifolia</i>	21,59	463
<i>Persea sp.</i>	12,31	812
<i>Clarisia biflora</i>	16,08	622
<i>Nectandra membranaceae</i>	15,05	664
<i>Huartea glandulosa</i>	16,82	595
<i>Tabebuia chrysantha</i>	15,97	626
<i>Swietenia macrophylla</i>	12,58	795
<i>Platymiscium pinnatum</i>	18,50	541
<i>Dacryodes peruviana</i>	0	0
Especies establecidas en el año 2009		
<i>Terminalia oblonga</i>	19,79	505
<i>Clarisia racemosa</i>	18,30	547
<i>Apeiba membranacea</i>	14,79	676
<i>Cedrela odorata</i>	6,46	1548
<i>Guarea kunthiana</i>	21,91	456
<i>Caryodendron orinocense</i>	16,64	601
<i>Pouteria capasifolia</i>	21,47	466
<i>Terminalia amazonia</i>	24,73	404
<i>Albizia sp.</i>	19,29	518
<i>Nectandra sp.</i>	27,16	368
<i>Podocarpus tepuiensis</i>	21,88	457
<i>Ochroma pyramidale</i>	12,21	819
<i>Pictocoma discolor</i>	15,51	645
<i>Jacaranda copaia</i>	14,42	694
<i>Heliocarpus americanus</i>	11,88	842
<i>Triplaris cumingiana</i>	22,33	448
<i>Aspidosperma laxiflorum</i>	23,00	435
<i>Remigia sp.</i>	17,14	583



## 5.6. Apertura de dosel de 29 especies forestales establecidas en el jardín botánico El Padmi

La apertura de dosel promedio de las especies forestales establecidas en el año 2005 es del 45,70 %, las especies que se destacan con mayor apertura de dosel son: *Clarisia biflora*, *Nectandra membranacea*, *Platymiscium pinnatum*; en las especies establecidas en el año 2009 es de 33,26 % de apertura de dosel, se destacan con mayor porcentaje: *Nectandra* sp., *Terminalia amazonia* y *Apeiba membranacea* (Cuadro 8).

Cuadro 8. Apertura de dosel de las especies establecidas en el año 2005 y 2009.

Especies establecidas en el año 2005				
Especie	D1 %	D2 %	D3 %	PROMEDIO
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	55	47	62	54,67
<i>Vitex cymosa</i>	35	34	24	31,00
<i>Lafoensia</i> cf. <i>punicifolia</i>	37	72	54	54,33
<i>Persea</i> sp.	60	34	46	46,67
<i>Clarisia biflora</i>	57	65	72	64,67
<i>Nectandra membranacea</i>	45	70	72	62,33
<i>Huartea glandulosa</i>	44	38	60	47,33
<i>Tabebuia chrysantha</i>	0	7	11	6,00
<i>Swietenia macrophylla</i>	30	35	27	30,67
<i>Platymiscium pinnatum</i>	75	44	59	59,33
<i>Dacryodes peruviana</i>	0	0	0	0
Especies establecidas en el año 2009				
<i>Terminalia oblonga</i>	32	61	67	53,33
<i>Clarisia racemosa</i>	34	32	29	31,67
<i>Apeiba membranacea</i>	68	74	39	60,33
<i>Cedrela odorata</i>	14	18	11	14,33
<i>Guarea kunthiana</i>	44	36	44	41,33
<i>Caryodendron orinocense</i>	12	14	10	12,00
<i>Pouteria capasifolia</i>	8	4	12	8,00
<i>Terminalia amazonia</i>	64	71	62	65,67
<i>Albizia</i> sp.	26	45	56	42,33
<i>Nectandra</i> sp.	78	76	82	78,67
<i>Podocarpus tepuiensis</i>	0	0	0	0,00
<i>Ochroma pyramidale</i>	34	48	46	42,67
<i>Pictocoma discolor</i>	39	60	55	51,33
<i>Jacaranda copaia</i>	21	18	28	22,33
<i>Heliocarpus americanus</i>	38	48	46	44,00
<i>Triplaris cumingiana</i>	20	10	15	15,00
<i>Aspidosperma laxiflorum</i>	18	12	17	15,67
<i>Remigia</i> sp.	0	0	0	0,00

## 5.7. Propiedades Físicas y Químicas del Suelo donde Están Plantadas las 29 Especies Forestales en el Jardín Botánico El Padmi

Los resultados del análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo, en los bloques donde se han establecido las especies, se presenta en el cuadro 9. Los resultados evaluados en las propiedades físicas son: profundidad de horizontes (O, A y B), color, pedregocidad en porcentaje, pH y, propiedades químicas: N, P, K y densidad; en el anexo 4 se representa los valores totales. Del análisis se destacan los altos contenidos de materia orgánica y el nitrógeno, en los bloques donde están plantadas las siguientes especies: *Platymiscium pinnatum*, *Persea* sp., *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Albizia* sp., *Pouteria capasifolia*, *Heliocarpus americanus*, *Aspidosperma laxiflorum*, *Ochroma pyramidale*, *Pictocoma discolor* y *Remigia* sp.

Cuadro 9. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo donde está establecido el jardín botánico El Padmi.

Especie	Textura	Ph	M.O	N	P2O5	K2O
			%	ppm	ppm	ppm
<i>Platymiscium pinnatum</i>	Franco	Ácido	Alto	Alto	Bajo	Medio
<i>Swietenia macrophylla</i>	Franco	Ácido	Alto	Medio	Bajo	Bajo
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Franco	Ácido	Medio	Medio	Bajo	Medio
<i>Triplaris cumingiana</i>	Franco Arcilloso	Muy ácido	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
<i>Clarisia biflora</i>	Franco	Muy ácido	Medio	Alto	Bajo	Bajo
<i>Vitex cymosa</i>	Franco	Ácido	Medio	Alto	Bajo	Bajo
<i>Persea</i> sp.	Franco	Ácido	Alto	Alto	Bajo	Bajo
<i>Nectandra membranaceae</i>	Franco	Ácido	Medio	Alto	Bajo	Bajo
<i>Lafoensia</i> cf. <i>punicifolia</i>	Franco Arcilloso Arenoso	Muy ácido	Medio	Alto	Bajo	Bajo
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Franco	Ácido	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
<i>Huartea glandulosa</i>	Franco	Muy ácido	Alto	Medio	Bajo	Bajo
<i>Terminalia oblonga</i>	Franco Arcilloso	Muy ácido	Medio	Alto	Bajo	Medio
<i>Cedrela odorata</i>	Franco	Muy ácido	Medio	Alto	Bajo	Medio
<i>Apeiba membranacea</i>	Franco	Muy ácido	Alto	Alto	Bajo	Bajo
<i>Guarea kunthiana</i>	Franco	Muy ácido	Alto	Alto	Bajo	Bajo
<i>Clarisia racemosa</i>	Franco	Muy ácido	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
<i>Caryodendron orinocense</i>	Franco	Ácido	Medio	Alto	Bajo	Bajo
<i>Terminalia amazonia</i>	Franco	Ácido	Medio	Medio	Bajo	Medio
<i>Pouteria capasifolia</i>	Franco	Ácido	Alto	Alto	Bajo	Bajo
<i>Albizia</i> sp.	Franco	Ácido	Alto	Alto	Bajo	Medio
<i>Heliocarpus americanus</i>	Franco Arcilloso Arenoso	Ácido	Alto	Alto	Bajo	Bajo
<i>Nectandra</i> sp.	Franco	Ácido	Medio	Medio	Bajo	Medio
<i>Jacaranda copaia</i>	Franco	Ácido	Alto	Alto	Bajo	Medio
<i>Podocarpus tepuiensis</i>	Franco Arcilloso	Ácido	Medio	Medio	Bajo	Bajo
<i>Aspidosperma laxiflorum</i>	Franco Arcilloso	Ácido	Alto	Alto	Medio	Medio
<i>Ochroma pyramidale</i>	Franco Arcilloso	Ácido	Alto	Alto	Bajo	Bajo
<i>Pictocoma discolor</i>	Franco	Ácido	Alto	Alto	Medio	Bajo
<i>Remigia</i> sp.	Franco Arcilloso	Ácido	Alto	Alto	Bajo	Medio
<i>Dacryodes peruviana</i>	-	-	-	-	-	-

## 6. DISCUSIÓN

### 6.1. Supervivencia de las especies forestales del jardín botánico El Padmi.

La supervivencia es una etapa crítica en las plántulas tanto en ambientes naturales como en plantaciones forestales (Meza, Ruiz *et al.*, 2009). Los resultados de la presente investigación indican, que la supervivencia de las especies forestales establecidas en el 2005, en 8 años de observación, presenta una supervivencia promedio de 42,93 %; con dos especies con porcentaje > 70 %, lo que deduce que las especies se han adaptado a las condiciones de sitio, nueve presentan porcentajes < a 70 % lo que indica la poca adaptación al sitio; esto confirma lo expuesto por Aguirre *et al.* (2013), que manifiestan que las supervivencias superiores a 70 % pueden ser consideradas aceptables y significa que las especies han superado el estrés de la plantación, demostrando el nivel de adaptabilidad a las condiciones de sitio.

Los resultados de las especies evaluadas que fueron establecidas en el año 2009, luego de 5 años de evaluación, presentan una supervivencia de 70,99 %; donde 13 especies presentan una sobrevivencia > 70 % y cinco de ellas con valores menores al 70 %; esto se corresponde a lo manifestado por Jaramillo y Cadena (2012), que determinaron que en sistemas agroforestales se puede obtener porcentajes de supervivencia del 90 % en condiciones favorables para la especie y considerando las características genéticas de la misma; en esta investigación permitió constatar este principio, incluso se obtuvo sobrevivencia del 100 % como el caso de *Nectandra* sp.

## 6.2. Crecimiento periódico de las especies establecidas en el jardín botánico El Padmi

### 6.2.1. Diámetro a 1,30 m

El crecimiento en diámetro de los árboles permite conocer el incremento en área basal así; González y López (2009) señala que una especie al término del octavo año, el crecimiento mínimo es de 20 cm, para que la especie sea rentable; este criterio se constata con los resultados preliminares obtenidos en esta investigación, así: en los bloques donde se establecieron las especies en el año 2005, existen cuatro especies que tienen mayor crecimiento en  $D_{1,30\text{ m}}$  mayor a 20 cm, las especies son: *Cedrelinga cateniformis*, *Lafoensia* cf. *punicifolia*, *Persea* sp. y *Huartea glandulosa*; y, de las establecidas en el año 2009, tres tienen mayor crecimiento estas son: *Apeiba membranacea*, *Ochroma pyramidale* y *Heliocarpus americanus*; estas especies se podrían considerar aptas para una plantación según los criterios de González y López (2009).

El incremento medio anual en  $D_{1,30\text{ m}}$  de las 11 especies establecidas en el año 2005, presentan variaciones en el IMA, nueve especies en el año 2008 presentan los mejores incrementos, esto se confirma en lo expuesto por Jaramillo y Cadena (2012), que debido a las condiciones ambientales del sitio y a las características genéticas de las especies existe mejor crecimiento; en el año 2013 siete especies reducen el IMA, lo que permite afirmar lo propuesto por Jerez *et al.* (2012), que manifiesta que la mayoría de especies en sus primeros años de vida presentan los mejores incrementos y luego se estabiliza e incluso decrecen.

El incremento medio anual en  $D_{1,30\text{ m}}$  de las 18 especies establecidas en el año 2008, presentan altas variaciones en IMA, en el año 2010 seis especies presentan el mejor incremento, en el año 2011 tres especies y en el año 2012 dos especies; mientras que en el año 2013 ocho especies presentan bajos valores en el IMA, este resultado se confirma lo indicado por Fischer (2010), que afirma que las especies necesitan de un ambiente óptimo para un incremento y una producción favorable y dependiendo de éste, las especies determina la variación en el IMA.

### 6.2.2. Altura total

González y López (2006) en varios estudios realizados, afirman que un buen crecimiento en altura de un árbol al octavo año es de 15 m, dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales en que se desarrolla; esta afirmación concuerda con los resultados de esta investigación, donde en las especies plantadas en el año 2005 (11 especies) y evaluadas al octavo año, existen cuatro especies con crecimiento superior a 15 m; y, el segundo ensamble establecido en el año 2009 y evaluado al quinto año, hay tres especies con crecimiento mayor a 15 m. Además estos resultados afirman lo expuesto por Jerez *et al.* (2012), donde conceptualiza que el mejor crecimiento en altura se da al término de los primeros 20 años, antes que la especie haya alcanzado su madurez fisiológica.

El incremento medio anual en altura de las 11 especies establecidas en el año 2005, presentan gran variación en su IMA, para el año 2008, nueve especies presentan un buen IMA, en el año 2012, cuatro especies presentan un bajo valor del IMA y en el 2013, cinco especies presentan un IMA estable, cabe destacar que el año 2012 es donde algunas especies presentaron bajos incrementos, *Tabebuia chrysantha*, presenta un destacable incremento esto confirma la teoría expuesta por Fischer (2010) que cada especie necesitan de un ambiente óptimo para su incremento y desarrollo.

El incremento medio anual en altura de las 18 especies establecidas en el año 2009, demuestran gran variación, así en el año 2012, seis especies presentan bajos valores de IMA, en el año 2013 el IMA presenta altos valores, de las cuales 14 especies se destacan en su incremento; en el año 2012 la mayoría de especie presentan valores bajos en IMA, la especie *Aspidosperma laxiflorum*, demuestra un buen incremento y en el año 2013 la mayoría de especies presentan altos valores en su incremento, esta especie demuestra un bajo valor en crecimiento; este resultado confirma lo expuesto por Arias (2004), que afirma que el crecimiento se ve afectada por las características genéticas de la especie, calidad de sitio y la densidad del rodal de la plantación.

### 6.2.3. Volumen total

Campos (2009) afirma que una plantación que presenta un crecimiento superior a 31,89 m<sup>3</sup>/ha, está dentro de un rango aceptable de producción, a un espaciamiento de 3 x 3 m, los resultados de la presente investigación están en este margen (crecimiento volumétrico superior a 31,89 m<sup>3</sup>/ha), destacan tres especies: *Cedrelinga cateniformis*, *Persea* sp. y *Huartea glandulosa*. Las especies restantes no alcanzan los valores señalados, debido a aspectos como: porcentaje de sobrevivencia, índice de sitio y características ambientales. De igual manera González y Pardo (2013), en dos parcelas permanentes ubicadas en la quinta El Padmi, determinaron que la productividad volumétrica de un bosque esta entre 12,63 m<sup>3</sup>/ha a 23,28 m<sup>3</sup>/ha; resultados que no superan el límite establecido de producción, y son inferiores a los reportados en esta investigación.

El incremento medio anual en volumen de las 11 especies establecidas en el año 2005, presentan escasa variación en su incremento, en el año 2012, siete especies presentan bajo valor en IMA, mientras que *Tabebuia chrysantha* incrementa su valor; en el año 2013, nueve especies presentan mayor incremento, mientras que *Tabebuia chrysantha* disminuye su incremento; estos resultados concuerdan con lo manifestado por Molina *et al.* (2012), quien indica que *Tabebuia chrysantha* es una especie caducifolia, esto significa que la especie requiera de ciertas condiciones ambientales para aumentar o disminuir el IMA e influya en su crecimiento.

El IMA de las 18 especies establecidas en el año 2009, se comporta de diferente forma, así en el año 2012, dos especies presentan bajo incremento; mientras que *Aspidosperma laxiflorum* tiene el mejor IMA, en el año 2013, las especies presentan altos valores de incremento a excepción de *Aspidosperma laxiflorum* que registra bajos valores; esto permite confirmar lo expuesto por Arias (2004), que indica que las condiciones ambientales en esta época no fueron las adecuadas para la especie.

### 6.3. Diámetro y Forma de la Copa

Según Corvalán y Hernández (2012), determinaron que el diámetro de copa y el diámetro a la altura del pecho, están cercanamente correlacionadas para una especie dada y, que una puede ser predeterminada a partir de la otra de manera relativamente precisa; este

concepto concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que mayor  $D_{1,30\text{ m}}$  mayor diámetro de copa de las especies. Esta aseveración se confirma en el caso de 13 especies, éstas son: *Cedrelinga cateniformis*, *Vitex cymosa*, *Lafoensia* cf. *punicifolia*, *Persea* sp., *Huartea glandulosa*, *Terminalia oblonga*, *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Terminalia amazonia*, *Albizia* sp., *Nectandra* sp., *Heliocarpus americanus*, *Ochroma pyramidale*; eso concuerda con lo manifestado por Benítez *et al.*, (2003) que afirma que si se analiza la relación que existe entre el follaje y  $D_{1,30\text{ m}}$ , esta relación puede ser retardada si la plantación presenta una alta densidad, los árboles experimentan una fuerte competencia por la luz y al tener copas pequeñas los niveles de fotosíntesis son bajos, por lo que poseen un pobre crecimiento en diámetro.

#### **6.4. Índice de Esbeltez**

Serrada *et al.*, (2008) afirma que los valores críticos en una plantación son los superiores a 100 y normales los cercanos a 70; es un índice directamente proporcional a la espesura, que tarda en cambiar en una masa a lo largo del tiempo después de una clara y que es eficaz para comparar masas de la misma especie, edad y calidad de estación; los resultados de esta investigación afirma lo manifestado por estos autores, ya que tres de las especies establecidas en el año 2005, demuestran valores cercanos a 100 y cuatro valores cercanos a 70; de las especies establecidas en el año 2009 con valores cercanos a 100 son tres y próximos a 70 se destacan tres especies.

#### **6.5. Índice de Espacio Vital**

Arias (2005) ha utilizado este índice para deducir el número máximo de individuos que podrían ocupar una hectárea. Otros valores referidos a la dimensión de la copa dependen del tamaño de los árboles, de la densidad del rodal y las prácticas de manejo como las podas y los aclareos. Esta deducción se confirma en la presente investigación, ya que en los bloques donde se establecieron especies forestales a espaciamientos de 3 x 3 m no fue el más adecuado para las especies debido a un entrecruzamiento de copas. Un caso muy notorio es *Nectandra* sp., que fue establecida en una densidad de 1 111 in/ha, esto ha ocasionado que la especie no se desarrolle normalmente, por lo tanto el índice de espacio vital permite determinar que el número de individuos por hectárea debería ser de

368 ind/ha, lo que permite aceptar lo propuesto por Villar (2003), en la que afirma que se debe utilizar densidades inferiores, a las determinadas por el índice de espacio vital.

### **6.6. Apertura de Dosel**

La apertura de dosel de las especies establecidas en el año 2005 es de 45,70 % y las del año 2009 es de 33,26, estos resultados son consecuentes a la teoría planteada por Ecoplexity (2010), en donde establece que: un dosel abierto es cuando su porcentaje está entre 10-39 %, un moderadamente cerrado es de entre 40-69 % y un dosel cerrado de 70 a 100 %, esta investigación asevera lo manifestado por este autor, identificando una especie que presenta un dosel cerrado (*Nectandra* sp.), 15 especies están constituidas por un dosel moderadamente cerrado y 12 especies presentan un dosel abierto. De otro lado Obando (2001) afirma que en bosques dominados por árboles de gran dimensión (más de 120 cm de  $D_{1,30\text{ m}}$ ) el límite de apertura del dosel está fijado en 20 % considerando como un dosel abierto.

### **6.7. Propiedades Físicas y Químicas del Suelo**

Brack (2009) señala que la textura depende de la proporción de partículas minerales de diverso tamaño presentes en el suelo y ésta puede ser gruesa, fina y muy fina; los suelos arenosos son incapaces de almacenar agua suficiente como para permitir el buen crecimiento de las plantas y, la arcilla y los limos, son depósitos excelentes de agua y encierran minerales que pueden ser utilizados con facilidad; esto se confirma con los resultados de los análisis de suelo en los bloques donde se crecen las especies, donde, 20 presentaron textura franco, 6 textura franco arenosa y 2 textura franco arcillo arenoso, estos resultados determinan que, los bloques tienen una mediana proporción en arena limo y arcilla, lo que justifica las altas variaciones en su crecimiento.

En lo que respecta al color Rucks (2009), manifiesta que el color es un carácter del suelo, fácil de observar y de uso cómodo para identificar un tipo de suelo; los resultados de esta investigación concuerda con este autor, ya que en los bloques analizados se identificó con facilidad el color claro, con una frecuencia muy persistente, esto determina que es un suelo con textura franco, confirmado con el análisis de laboratorio. El resultado del pH en todos los bloques es ácido con una mediana tendencia a neutro, esto ha permitido mayor



disponibilidad de aprovechamiento de los nutrientes del suelo, lo que es confirmado por Ecoplexity (2009) que sostiene que el pH, es extremadamente importante para las plantas porque afecta directamente la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el crecimiento eficiente de las plantas; es común en los suelos muy ácidos o demasiado alcalinos, estos no favorecen la solución de compuestos, por lo tanto, restringen la presencia de iones de nutrientes esenciales para las plantas.

De los bloques analizados, 11 presentan buen contenido en materia orgánica y nitrógeno, lo que permite que las especies tengan un buen crecimiento, esto concuerda con lo que manifiesta por Scielo (2009), que indica que suelos con contenidos de materia orgánica cercanos a 5 % de nitrógeno total, contienen otros elementos esenciales para las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes.

## 7. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye:

- Se determinó que las especies establecidas en el año 2005 al término del octavo año de plantadas, presentan una supervivencia del 42,93 %, presentando tres especies el mayor porcentaje en supervivencia (*Platymiscium pinnatum*, *Lafoensia* cf. *punicifolia* y *Clarisia biflora*); Las especies que presentaron bajo porcentaje de supervivencia son tres (*Dacryodes peruviana*, *Tabebuia chrysantha* y *Swietenia macrophylla*); las especies esciófitas presentaran mayor adaptación y supervivencia debido a la formación de un estrato típico de un bosque (Aguirre *et al.*, 2013). Las especies forestales establecidas en el año 2009, al término del quinto año de plantadas, presentan una supervivencia del 70,99 %; destacándose cinco especies por su mejor porcentaje en supervivencia (*Nectandra* sp., *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Albizia* sp., *Pictocoma discolor*) y tres especies presenta bajo porcentaje en supervivencia (*Podocarpus tepuiensis*, *Triplaris cumingiana* y *Jacaranda copaia*).
- De las especies establecidas en el año 2005, a los ocho años de vida se determinó que mejor crecimientos e incremento medio anual en  $D_{1,30\text{ m}}$ , altura y volumen, son siete especies (*Cedrelinga cateniformis*, *Persea* sp., *Huartea glandulosa*, *Lafoensia* cf. *punicifolia*, *Platymiscium pinnatum*, *Clarisia biflora* y *Vitex cymosa*). Las especies establecidas en el año 2009, las que mayor crecimiento presentaron a los cinco años de vida, son 14 especies (*Nectandra* sp., *Terminalia oblonga*, *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Caryodendron orinocense*, *Terminalia amazonia*, *Albizia* sp., *Ochroma pyramidale*, *Pictocoma discolor*, *Heliocarpus americanus*, *Aspidosperma laxiflorum*, *Pouteria capasifolia*, *Clarisia racemosa* y *Cedrela odorata*).
- Las especies establecidas en el año 2005 que mayor índice de Esbeltez presentaron son tres especies (*Nectandra membranacea*, *Vitex cymosa*, y *Lafoensia* cf. *Punicifolia*); y, las que presentaron bajo porcentaje son tres

(*Clarisia biflora*, *Cedrelinga cateniformis* y *Persea* sp.). Las especies establecidas en el año 2009, que presentaron el mayor índice de Esbeltez son tres (*Pouteria capasifolia*, *Triplaris cumingiana* y *Aspidosperma laxiflorum*); mientras que las especies de bajo porcentaje se destacan tres especies (*Apeiba membranacea*, *Cedrela odorata* y *Ochroma pyramidale*).

- La apertura de dosel promedio que presentaron las especies establecidas en el año 2005 al finalizar el octavo año de vida, es del 45,70 %, las especies que destacan con mayor apertura de dosel se destacan tres especies (*Clarisia biflora*, *Nectandra membranacea* y *Platymiscium pinnatum*); las especies que presentaron bajo porcentaje de apertura de dosel está representado por tres especies (*Tabebuia chrysantha*, *Swietenia macrophylla* y *Vitex cymosa*). La apertura de dosel promedio de las especies establecidas en el año 2009, al finalizar el quinto año de ser plantadas presentan el 33,26 %, destacándose tres especies con mayor porcentaje (*Nectandra* sp., *Terminalia amazonia* y *Apeiba membranacea*); y las especies que presentan bajos porcentajes en apertura de dosel son tres (*Remigia* sp., *Podocarpus tepuiensis* y *Pouteria capasifolia*).
- El mayor contenido de materia orgánica y nitrógeno está representado por los bloques donde están plantadas 11 especies (*Platymiscium pinnatum*, *Persea* sp., *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Albizia* sp., *Pouteria capasifolia*, *Heliocarpus americanus*, *Aspidosperma laxiflorum*, *Ochroma pyramidale*, *Pictocoma discolor* y *Remigia* sp.), permitiendo que estas especies presenten un buen crecimiento y desarrollo en comparación a las demás especies, donde el contenido de materia orgánica y nitrógeno es menor.

## 8. RECOMENDACIONES

- De las especies establecidas en el año 2005, se determinó que las especies con mejores crecimientos en  $D_{1,30}$  m, altura, volumen y con buen porcentaje de supervivencia son: *Cedrelinga cateniformis*, *Persea* sp, *Huartea glandulosa*, *Lafoensia* cf. *punicifolia*, *Platymiscium pinnatum*, *Clarisia biflora* y *Vitex cymosa*. Esto permite recomendar para que sean usadas en plantaciones forestales y agroforestales en las comunidades rurales de la región sur del Ecuador.
- De las especies establecidas en el 2009, las que mayor crecimiento y supervivencia han alcanzado son: *Nectandra* sp., *Terminalia oblonga*, *Apeiba membranacea*, *Guarea kunthiana*, *Caryodendron orinocense*, *Terminalia amazonia*, *Albizia* sp., *Ochroma pyramidale*, *Pictocoma discolor*, *Heliocarpus americanus*, *Aspidosperma laxiflorum*, *Pouteria capasifolia*, *Clarisia racemosa* y *Cedrela odorata*, esto permite recomendar para establecer en plantaciones forestales y agroforestales.
- El análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo debe ser realizado al menos una vez por año para poder determinar estadísticamente la relación que existe entre el suelo con el crecimiento de las diferentes especies establecidas en el ensayo y, en base a esto planificar y establecer directrices que permitan tener resultados más concretos para que los madereros y finqueros puedan establecer grandes plantaciones y de esta manera contribuir a la disminución de la presión que sufren los bosques amazónicos.
- Los Gobiernos Locales consideren en sus POA la utilización de los resultados de esta investigación, para elaborar y gestionar proyectos encaminados al manejo y producción forestal, que permitan mejorar la calidad de vida de las comunidades involucradas.
- Se recomienda seguir con el monitoreo de las especies establecidas, hasta lograr determinar la edad de estabilización del crecimiento de las diferentes especies establecidas, que permita determinar el tiempo que requiere una especie para llegar a su límite máximo de crecimiento (madures) y para ser aprovechada, y en base a ello planificar el fomento forestal.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. 2008. Diversidad florística de la provincia de Zamora Chinchipe. Revista Naturaleza y Desarrollo. 1(1):71-80.
- Aguirre, Z., Maldonado, N. 2004. Ecosistemas, Biodiversidad, Etnias y Culturas de la región Amazónica ecuatoriana. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 162 p.
- Aguirre, Z., León, N. 2010. Conocimiento inicial de la fenología y germinación de diez especies forestales nativas en El Padmi, Zamora Chinchipe. CEDAMAZ. Volumen 2(1):63-72.
- Aguirre, Z., León, N., Palacios, B., Aguirre, N. 2013. Dinámica de crecimiento y fenología de un ensamble de especies forestales en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Dirección de Investigaciones 16p.
- Aldana, J. 2010. Silviculturas. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela Técnica Superior Forestal 9 p  
<http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/jcpetita/materias/silvicultura/TEMA%203.pdf>
- Armijos, D., Patiño, A. 2010. Herpetofauna de un bosque húmedo tropical en la estación El Padmi de la Universidad Nacional de Loja. Revista CEDAMAZ, Volumen 1(1): 57-64.
- Baker, T., Swaine M., Burslem, D. 2003. Variation in tropical forest growth rates: combined effects of functional group composition and resource availability Perspectives in Plant Ecology. *Evolution and Systematics*6: 21-36p.
- Beck, E., Bendix, T., Mosandl, R. 2008. Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador. Ecological Studies 198, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg: pp 431-441p.
- Benítez, J., Rivero, M., Vidal, A., Rodríguez, J., Álvarez, R. 2003. Estimación del Diámetro de Copa a partir del Diámetro Normal ( $D_{1,30}$ ) en Plantaciones Forestales. Estación Experimental Forestales Viñales. Viñales. Pinar del Río. Cuba. 5p.

- Bodenkultur, P., Shugart, H. 1984. A theory of forest dynamics. Springer-Verlag. New York. 278 p.
- Brack, A. 2009. Propiedades Físicas del Suelo. Enciclopedia Ecología del Perú 220p.
- Canales, R. 2012. Crecimiento de Diámetro y Altura del Árbol. Universidad autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestal. 12p.
- Campos, L. 2009. Dendrocronología en arboles de tornillo, *Cedrelinga cateniformis* Ducke, del centro de investigaciones Genaro Herrera en el Noroeste de la amazonia, región Loreto - Perú. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 68 p.
- Consejo Ambiental Regional (CAR). 2008. Plan estratégico ambiental regional. Loja, Zamora Chinchipe y El Oro. Ecuador. 122 p.
- Cocios Vasques, G. 1996. Correlación del crecimiento diamétrico de cinco especies forestales con la lluvia. U.N.L., Facultad de Agronomía y Veterinaria pp 20 - 50
- Corvalán, P., Hernández, J. 2012. Medición de copas y raíces. Universidad de Santiago de Chile. 12p.
- Davies, S. 2001. Treemortality and growth in 11 sympatric *Macaranga* species in Borneo. Ecology 82: 920-932.
- Ecoplexity. 2009. El pH del Suelo. Artículo principal. 14p.
- Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 2012 - See more at: <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1244#sthash.QvyMnNAY.dpuf>
- FAO, 2002. Los fertilizantes y su uso. Cuarta edición. Roma, Italia. 87 p.
- Farías, M. 1997. La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica, Secretaría de Educación Pública y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, DF.
- Fernández, T. 2010. Identificación de Arboles considerando las características fisiológicas. 36p.

- Fischer, G. 2010. Condiciones ambientales que afectan crecimiento, desarrollo y calidad de las pasifloráceas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá, Colombia. 39p.
- Fournier, L. 1976. Observaciones fenológicas de un bosque húmedo premontano de San pedro de montes de Oca, Costa Rica, Rev. Turrialba. Vol, 26 N° 1: 54-59.
- Fournier, L., Champartier, C. 1978. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en un estudio de las características fonológicas de los árboles tropicales. En: Cespedesia. Cali. Vol.7, Suplemento 2. N° 25-26:25-32.
- Freile, J., Moscoso, P. y Félix, C. 2010. La magia de los Tepuyes del Nangaritza: una guía para conocer a sus habitantes. Conservación Internacional Ecuador. Quito, Ecuador. 70 p.
- Gálvez, J., Aguirre, Z., López, N. & González, A. 2006. Estado de conservación de áreas protegidas y bosques protectores de Loja y Zamora Chinchipe y perspectivas de intervención. CINFA, Loja, Ecuador
- Gonzales, J., Pardo, J. 2013. Dinámica Poblacional del Bosque Nativo de la Quinta Experimental "El Padmi", de la Universidad Nacional de Loja, Provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Grado Previa a la Obtención del Título de Ingenia Forestal. Universidad Nacional de Loja. AARNR. Loja-Ec. 128 p.
- Guariguata, M. Kattan (Eds.). 2003. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro Universitario Regional. GTZ. Cartago, Costa Rica. 520 p.
- Gunter S., González P., Alvares G. Aguirre N. Palomeque X., Haubrich F., and Weber M. (2009). Determinants for successful reforestation of abandoned pastures in the Andes: soil conditions and vegetation cover. ForestEcology and Management 259, p81-91
- Husch, B *et al*, 1972. Forest mensuration, Second Edition. The Ronald Press Company. New York,410 pp

- Jaramillo, C. y Cadena, T. 2012. Evaluación Del Crecimiento de Cutero Especies Forestales con y Sin Asocio con Uvilla *Physalis* Peruviana. Otavalo Ecuador
- Jaramillo, L., Muñoz, L. 2009. Evaluación de la Regeneración Natural de Especies Forestales del Bosque Tropical de Montaña en la Estación Científica San Francisco bajo Diferentes Intensidades de Raleo Selectivo. Tesis Previa a la Obtención del Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. AARNR, Carrera de Ingeniería Forestal. Loja, Ecu. 130 p
- Jerez, M., Quintero, M., Quevedo, A. 2012. Simulación del Crecimiento de Plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L.), Mediante el Enfoque de Espacio de Estados. 17p.
- Johnson, R. 2003. Estadística Elemental, Ed. Math Learning, Ed. Tercera, México DF.
- Lambers H., Chapin III F.S. y T.L. Pons. 1998. Plant Physiological Ecology. Springer, Berlin.540 p.
- Leguizamo, C. 2002. Resultado de la asociación *Apeiba membranacea* Aub. Y Manihot esculente Bajo Calima, Buenaventura, Colombia. 25p.
- Loján, L. 1977. Curso de Dasometria. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Loja, Ecu. 4 – 32pp.
- López, A. 2012. Evaluación de la plantación de *Swietenia macrophylla* King. Disponible en monografias/evaluacion-plantacion-swietenia-macrophylla-king-tubetes2.shtml. Consultado 22 de octubre del 2012.
- MAE. 2012. Estimación de la tasa de deforestación del Ecuador continental. Quito, Ecuador.
- Martínez, R. 1985. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz México*. A. GOMEZ POMPA y S. del AMO (eds.). Vol. II. Editorial Alambra Mexicana, México. 191-240 pp.



- Melo, O., Vargas, R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultura de ecosistemas boscosos. Ibagué
- Meza, R., Ruiz, F., Navejas, J. 2009. Guía para la producción de plantación con especies nativas. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias/Centro de Investigación Regional Noroeste Campo Experimental Todos Santos
- Miller, T. 1994. Ecología y medio ambiente; introducción a la Ciencia Ambiental, desarrollo sustentable y conciencia de conservación del planeta Tierra. Trad. I León. México, Instituto Politécnico Nacional de México. 860 p.
- Molina, P., Agudelo, N., Figueroa, W. 2012. Comportamiento y manejo de *Tabebuia rosea* (Bertol) DC en Zamorano, Honduras. 24p.
- Nájera, J., Hernández, E. 2008. Relaciones morfométricas de un bosque coetáneo de la región de El Salto, Durango. *Ra Ximhai* Vol. 4 (1): 69-81.
- Naranjo, E., Ramírez, T. 2009. Composición, Florística, Estructura y Estado de Conservación del Bosque Nativo de la Quinta El Padmi, provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. AARNR. Carrera de Ingeniería Forestal. Loja, Ecu. 248 p.
- Obando, G. 2001. Administración Forestal del Estado (AFE). FUNDECOR, Costa Rica. 68p.
- Palacios, W. 2010a. Informe sobre la situación del aprovechamiento y comercio de madera legal en la Región Amazónica Ecuatoriana. TRAFICC América del Sur. 13p.
- Palacios, W. 2010b. Situación de las comunidades productoras forestales de la Amazonia ecuatoriana: obstáculos y oportunidad para comercializar madera legal. TRAFICC América del Sur. 16p.
- Peâlissier, R., Pascal, J. 2000. Two-year tree growth patterns investigated from monthly girth records using dendrometer bands in a wet evergreen forest in India. *Journal of Tropical Ecology* 16:429-446.

- Poorter, L., Arets, M. 2003. Light environment and tree strategies in a Bolivian tropical moist forest: an evaluation of the light partitioning hypothesis. *PlantEcology* 166: 295-306.
- Quezada, R., Acosta, L., Garro, M., Castillo, M. 2012. Dinámica del crecimiento del bosque húmedo tropical, 19 años después de la cosecha bajo cuatro sistemas de aprovechamiento forestal en la Península de Osa, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 56 Vol. 25, N° 5, Número Especial.
- Ramos, J. 1979. *Selvicultura*. Sección de Publicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- Retamoso, M. 2009. *Manual del Reforestador Oxapampino*. Pro-Naturaleza, Oxapampa, Perú. 124 p.
- Roglich, D., Vásquez, R. 2012. Análisis de atributos ornamentales. Consultado el 8 de junio del 2013. Disponible en: <http://www.maipue.org.ar/node/234>
- Rodríguez, L. 1999. Análisis de Crecimiento de Caoba (*Swietenia macrophylla*) asociada con tres especies de *Inga* sp. en la Región Tropical Húmeda de Costa Rica. Trabajo de Graduación. Guácimo, Costa Rica. EARTH. 50 p.
- Rucks, L. 2009. *Propiedades físicas del suelo*. Universidad de la República. Montevideo – Uruguay. Departamento de Suelos y Aguas. 42P.
- Saldaña, A., Meave, J., Paz, H., Sánchez, V., Villaseñor J., y Martínez, M. 2008. Variation of functional traits in trees from a biogeographically complex Mexican cloud forest. *Acta Oecologica* 34: 111 – 121.
- Sciolo. 2009. Universidad de Tarapacá. Facultad de Ciencias Agronómicas. Arica. Chile. 32p.
- Serrada, R. 2008. *Apuntes de Selvicultura*. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. Madrid, España.

- Sierra, R. (Ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Eco-Ciencia. Quito, Ecuador. 192p.
- Smith, J., Sabogal, C., Jong, W., Kaimowitz, D. 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. Occasional Paper No. 13. ISSN 0854-9818.
- Smithsonian Tropical Research Institute, 2012. Disponible en Consultado el 29 de octubre del 2012. Disponible en: [http://www.stri.si.edu/sites/forest\\_speaks/espanol/plantas/index.html](http://www.stri.si.edu/sites/forest_speaks/espanol/plantas/index.html).
- Spurr, S. 1952. Forest inventory. New York. The Ronald Press Company. 476 pp.
- Silvera, J. 2009. Efecto de la fertilización inicial sobre la calidad física y química del suelo y el desarrollo de las plantas en una asociación de árboles con fines agrosilvopastoriles, en El Sombrero, estado Guárico. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional. Maracaibo, Venezuela 24 p
- Suatunce, C., Díaz, G., García, L. 2009. Efecto de la Densidad de Plantación en el Crecimiento de Cuatros Especies Forestales Tropicales. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. 4p
- Thompson, B. 1985. Seedling morphology: what you can tell by looking. En: Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Duryea M. L., ed. Corvallis, Oregon, FRL, pp. 59-71. UCV, Maracay, 120 p. Swaine, M.D., D. Lieberman, & F.E. Putz. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. J. Trop. Ecol. 3: 359-366.
- Vila, A., Sedano, M., López. 2010. Análisis de Correlación Lineal y Regresión. 21 p
- Villasana, R., Suárez, A. 1997. Estudio fenológico de dieciséis especies forestales presentes en la reserva forestal Imataca estado Bolívar – Venezuela. Mérida, Venezuela. Revista Forestal Venezolana 41(1) - 13-21.

- Weber, M., Günter, S., Aguirre, N., Stimm, B., Mosandl, R. (2008): Reforestation of abandoned pastures: Silvicultural means to accelerate forest recovery and biodiversity. In: Beck et al. (eds.): Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador. *Ecological Studies* 198, SpringerVerlag, Berlin, Heidelberg: pp 431-441.
- Whitmore, T. 1983. *Tropical Rain Forests of the Far East*. Clarendon Press, Oxford. 352 p.
- PDOT. 2012. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Los Encuentros, Yantzaza –Zamora Chinchipe*. 246p.
- Vanclay J. 1994. *Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests*. CAB International, Oxford. 336 pp.
- Valarezo, C. 2004. *Características, distribución, clasificación y capacidad de uso de los suelos en la región amazónica ecuatoriana -RAE-*. Universidad Nacional de Loja – Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios. 201 p.
- Vargas, S., Reynel, R. 2012. *Dinámica Forestal en un Bosque Premontano del valle de Chanchamayo*. Investigador Asociado en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 112p. .

## 10. ANEXOS

### Anexo 1. Especies arbóreas plantadas en el jardín botánico El Padmi

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
1	Seique	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Mimosaceae
2	Pechiche	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	Verbenaceae
3	Guararo	<i>Lafoensia</i> cf. <i>punicifolia</i> (Ruiz & Pav.)	Lythraceae
4	Canelo	<i>Persea</i> sp.	Lauraceae
5	Pituca	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
6	Laurel	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae
7	Cedrillo	<i>Huartea glandulosa</i> (Ruiz & Pav.)	Staphyleaceae
8	Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	Bignoniaceae
9	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae
10	Almendro	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	Papilionaceae
11	Copal	<i>Dacryodes peruviana</i> (Loesener) J.F. Macbride.	Burceraceae
12	Yumbingue	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	Combretaceae
13	Peine de mono	<i>Apeiba membranacea</i> Aubl.	Tiliaceae
14	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav	Moraceae
15	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i> (J. F. Gmel) Exell.	Combretaceae
16	Falso romerillo	<i>Albizia</i> sp.	Mimosaceae
17	Canelón	<i>Nectandra</i> sp. 1	Lauraceae
18	Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Bombacaceae
19	Tunashi	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae
20		<i>Remigia</i> sp.	Rubiaceae
21	Remo	<i>Aspidosperma laxiflorum</i> Kuhl	Apocynaceae
22	Arabisco	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae
23	Balsilla	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Tiliaceae
24	Caimito	<i>Pouteria capacifolia</i> Pilz	Sapotaceae
25	Maní de árbol	<i>Caryodendron orinocence</i> Karsten	Euphorbiaceae
26	Manzano colorado	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	Meliaceae
27	Fernán Sánchez, Roblón	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A.Mey. ex C.A.Mey.	Polygonaceae
28	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
29	Romerillo	<i>Podocarpus tepuiensis</i> Neill	Podocarpaceae

Anexo 2. Formulario para recolección de datos de crecimiento de las 29 especies forestales del Jardín Botánico El Padmi.

Fecha de recolección de la información:.....

Especie:.....

N° árbol	Enero del 2013				Junio del 2013				Diciembre del 2013			
	CAP	A. total	DC	FC	CAP	A. total	DC	FC	CAP	A. total	DC	FC
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												

DC = Diámetro de copa; FC = Forma de la copa

Anexo 3. Análisis de correlación entre el D<sub>1,30 m</sub> y altura con el volumen

ESPECIE	CORRELACIÓN			
	D <sub>1,30 m</sub> / VOLUMEN	APRECIACIÓN	VOLUMEN/ALTURA	APRECIACIÓN
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0,95	Correlación positiva muy alta	0,86	Correlación positiva alta
<i>Vitex cymosa</i>	0,99	Correlación positiva muy alta	0,93	Correlación positiva muy alta
<i>Lafoensia</i> cf. <i>punicifolia</i>	0,99	Correlación positiva muy alta	0,92	Correlación positiva muy alta
<i>Persea</i> sp.	0,97	Correlación positiva muy alta	0,87	Correlación positiva alta
<i>Clarisia biflora</i>	0,93	Correlación positiva muy alta	0,51	Correlación positiva moderada
<i>Nectandra membranaceae</i>	0,98	Correlación positiva muy alta	0,96	Correlación positiva muy alta
<i>Huertea glandulosa</i>	0,99	Correlación positiva muy alta	0,34	Correlación positiva baja
<i>Tabebuia chrysantha</i>	-	-	-	-
<i>Swietenia macrophylla</i>	0,96	Correlación positiva muy alta	0,96	Correlación positiva muy alta
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,96	Correlación positiva muy alta	0,79	Correlación positiva alta
<i>Dacryodes peruviana</i>	0	-	-	-
<i>Terminalia oblonga</i>	0,95	Correlación positiva muy alta	0,9	Correlación positiva alta
<i>Clarisia racemosa</i>	0,98	Correlación positiva muy alta	0,72	Correlación positiva alta
<i>Apeiba membranacea</i>	0,99	Correlación positiva muy alta	0,81	Correlación positiva alta
<i>Cedrela odorata</i>	0,96	Correlación positiva muy alta	0,83	Correlación positiva alta
<i>Guarea kunthiana</i>	0,97	Correlación positiva muy alta	0,62	Correlación positiva moderada
<i>Caryodendron orinocense</i>	0,95	Correlación positiva muy alta	0,82	Correlación positiva alta
<i>Pouteria capasifolia</i>	0,99	Correlación positiva muy alta	0,79	Correlación positiva alta
<i>Terminalia amazonia</i>	0,98	Correlación positiva muy alta	0,77	Correlación positiva alta
<i>Albizia</i> sp.	0,99	Correlación positiva muy alta	0,79	Correlación positiva alta
<i>Nectandra</i> sp.	0,98	Correlación positiva muy alta	0,77	Correlación positiva alta
<i>Podocarpus tepuyense</i>	-	-	-	-
<i>Ochroma pyramidale</i>	1,0	Correlación positiva grande y perfecta	0,92	Correlación positiva alta
<i>Pictocoma discolor</i>	0,96	Correlación positiva muy alta	0,27	Correlación positiva baja
<i>Jacaranda copaya</i>	0,95	Correlación positiva muy alta	0,94	Correlación positiva alta
<i>Heliocarpus americanus</i>	0,98	Correlación positiva muy alta	0,44	Correlación positiva moderada
<i>Triplaris cumingiana</i>	0,90	Correlación positiva muy alta	0,81	Correlación positiva alta
<i>Aspidosperma laxiflorum</i>	0,95	Correlación positiva muy alta	0,72	Correlación positiva alta
<i>Remigia</i> sp.	0,86	Correlación positiva alta	0,96	Correlación positiva muy alta

Anexo 4. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo donde están establecidas las 29 especies forestales

Especie	Prof H A (cm)	Prof H B (cm)	Prof Capa MO (cm)	Color	Pedregocidad	Análisis Mecánico %			Textura	Ph	M.O %	N ppm	P2O5 ppm	K2O ppm	Da g/cm3
						TFSA									
						Ao	Lo	Ac							
<i>Platymiscium pinnatum</i>	34	16	4	Pardo claro	2	34	41,6	24,4	Fo	5,3	7	118,9	21,43	104,1	0,72
<i>Swietenia macrophylla</i>	34	16	2	Pardo claro	3	42	37,6	20,4	Fo	5,3	5	58,4	17,44	90,9	1,09
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	35	8	3	Café oscuro	3	33	44,6	22,4	Fo	5,5	3,1	35,3	10,1	94,5	1,02
<i>Triplaris cumingiana</i>	30	20	2	Café claro	2	32	37,6	30,4	FoAc	4,9	2,9	36,2	8,61	31,7	0,98
<i>Clarisia biflora</i>	52	6	2	Pardo claro	3	42	35,6	22,4	Fo	4,7	4,1	73,8	13,28	37,7	0,88
<i>Vitex cymosa</i>	42	13	4	Pardo oscuro	3	38	35,6	26,4	Fo	5	4,1	64,8	11,07	36,7	0,88
<i>Persea sp.</i>	46	4	2	Pardo claro	3	36	37,6	26,4	Fo	5	6,5	72,4	15,66	70,2	0,79
<i>Nectandra membranaceae</i>	38	12	2	Pardo oscuro	1	42	37,6	20,4	Fo	5,1	4,3	63,8	12,18	46,8	1,00
<i>Lafoensia puniceifolia</i>	32	12	5	Café claro	3	46	27,6	26,4	FoAcAo	4,9	3,9	74,5	14,05	50,5	0,94
<i>Tabebuia chrysantha</i>	19	31	2	Pardo claro	3	34	39,6	26,4	Fo	5,5	2,2	18,5	8,23	26,4	0,95
<i>Huartea glandulosa</i>	28	22	2	Pardo oscuro	3	40	33,6	26,4	Fo	4,8	5,5	55,4	15,32	92,7	0,78
<i>Terminalia oblonga</i>	36	14	3	Pardo oscuro	2	34	33,6	32,4	FoAc	4,9	4,6	61,9	13,11	138,3	0,87
<i>Cedrela odorata</i>	42	8	2	Pardo claro	2	32	41,6	26,4	Fo	4,6	4,6	69,1	14,09	104,8	0,91
<i>Apeiba membranacea</i>	32	18	3	Café claro	3	46	37,6	1,4	Fo	4,8	5,7	72	14,34	84,3	0,93
<i>Guarea kunthiana</i>	46	4	3	Pardo claro	3	45,2	29	25,8	Fo	4,8	5,1	72,8	13,03	35,2	0,87
<i>Clarisia racemosa</i>	35	15	3	Pardo oscuro	1	45,2	36	18,8	Fo	4,7	2,7	37,8	7,38	83,1	1,10
<i>Caryodendron orinocense</i>	22	28	3	Pardo claro	1	43,2	32	24,8	Fo	5,1	4,2	65,5	2,73	32,8	1,03
<i>Terminalia amazonia</i>	39	11	2	Pardo claro	1	45,2	34	20,8	Fo	5,2	4,6	52,4	12,6	122,6	0,84
<i>Pouteria capatifolia</i>	40	10	1	Pardo claro	1	43,2	36	20,8	Fo	5,3	5	64,6	10,44	19,6	0,72
<i>Albicia sp.</i>	42	8	3	Pardo claro	3	43,2	36	20,8	Fo	5,2	6,4	79,1	20,75	129,2	1,10
<i>Heliocarpus americanus</i>	50	0	2	Pardo claro	3	51,2	28	20,8	FoAcAo	5,1	6,4	97,1	21,18	54,6	0,83
<i>Nectandra sp.</i>	38	12	2	Pardo oscuro	3	45,2	36	18,8	Fo	5,1	0,5	54,6	12,73	132,1	0,74
<i>Jacaranda copaya</i>	50	0	2	Pardo claro	2	41,2	36	22,8	Fo	5,4	9,5	79,6	11,84	178,5	0,94
<i>Podocarpus tepuyense</i>	38	12	2	Pardo oscuro	2	35,2	36	28,8	FoAc	5,2	3,1	40,1	8,95	19,1	0,87
<i>Aspidosperma laxiflorum</i>	50	0	3	Pardo claro	3	53,6	29,6	16,8	FoAc	5,2	7	88,6	23,64	97,5	0,90
<i>Ochroma pyramidale</i>	42	8	2	Pardo oscuro	3	35,2	37	27,8	FoAc	5,2	5,6	89,3	19,35	44,6	1,01
<i>Pictocoma discolor</i>	44	6	2	Pardo claro	4	45,2	36	18,8	Fo	5,4	5,5	103,1	24,83	27	0,81
<i>Remigia sp.</i>	50	0	2	Pardo oscuro	3	57,6	27,6	14,8	FoAc	5,3	6,7	65,1	20,8	146,2	0,98
<i>Dacryodes peruviana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-