UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERIO AMBIENTAL

TÍTULO DEL PROYECTO:

DESARROLLO Y SUPERVIVENCIA DE ESPECIES VEGETALES DE REGENERACIÓN NATURAL UTILIZADAS EN REFORESTACIÓN DE ZONAS DE RECARGA ACUÍFERA, PARROQUIA VERACRUZ, CANTÓN PUYO, PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTORES:

DIEGO MAURICIO RAMOS CRIOLLO

LESLIE MILENA AVILES LASSO

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Dr. RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS

PUYO – ECUADOR

2020

DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHO

Quienes suscriben, Diego Mauricio Ramos Criollo con C.I. 1717766248, Leslie Milena Avilés Lasso con C.I. 2200396790 hace constar que son autor/a del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"Desarrollo y supervivencia de especies vegetales de regeneración natural utilizadas en reforestación de zonas de recarga acuífera, parroquia Veracruz, cantón Puyo, provincia de Pastaza"**, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Dr/Msc. Ricardo Abril Saltos. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

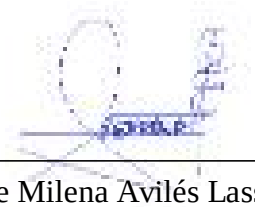
En el cantón Pastaza, a los 27 días del mes de agosto del 2020.



Diego Mauricio Ramos Criollo

17177866248

Autor



Leslie Milena Avilés Lasso

2200396790

Autora

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

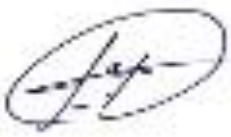
El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "**Desarrollo y supervivencia de especies vegetales de regeneración natural utilizadas en reforestación de zonas de recarga acuífera, parroquia Veracruz, cantón Puyo, provincia de Pastaza**"



M.Sc. Jessy Paulina Guerrero Rubio
Presidente del Tribunal



M.Sc. Miguel Ángel Enríquez
Miembro del Tribunal



M.Sc. Jesús Antonio Bonilla de Gracia
Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI-PLAGIO

Quien suscribe el presente Dr. C. Ricardo Vinicio Abril Saltos con CI:1803113321 certifica que el Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "Desarrollo y supervivencia de especies vegetales de regeneración natural utilizadas en reforestación de zonas de recarga acuífera, parroquia Veracruz, Cantón Puyo, Provincia de Pastaza", ha sido examinado a través del sistema antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 2_%.

En el cantón Pastaza, a los 27 días del mes de Agosto del 2020.

Dr. Ricardo Vinicio Abril Saltos

Director del Proyecto de Investigación

Oficio No. 313-SAU-UEA-2020

Puyo, 8 de octubre de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El *Proyecto* de Investigación correspondiente a los egresados AVILÉS LASSO LESLIE MILENA con C.I. 2200396790 y RAMOS CRIOLLO DIEGO MAURICIO con C.I. 1717866248, con el Tema: **"DESARROLLO Y SUPERVIVENCIA DE ESPECIES VEGETALES DE REGENERACIÓN NATURAL UTILIZADAS EN REFORESTACIÓN DE ZONAS DE RECARGA ACUÍFERA, PARROQUIA VERACRUZ, CANTÓN PUYO, PROVINCIA DE PASTAZA."**, de la carrera, Ingeniería Ambiental Director del proyecto Ing Abril Salitos Ricardo Vinicio, M.Sc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 27 de agosto de 2020 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente.

Ing. Iñigo Marcelo Lima Pilco MSc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Inés Criollo y José Ramos, a mis hermanas Mónica, Mayra y Gabriela por haberme apoyado incondicionalmente, pese a todas las adversidades e inconvenientes que se presentaron durante el transcurso de mi formación académica.

A mi esposa Leslie Avilés y a mis hijos Gabriel y Thiago Ramos quienes me han dado las fuerzas para salir adelante cada día, y me han brindado su apoyo incondicional durante todo este tiempo sin importar cuán difícil sea la circunstancia.

Al Dr. Ricardo Abril y a todos los docentes que formaron parte de mi vida estudiantil a lo largo de mi carrera universitaria, brindándome sus conocimientos, experiencias y enseñanzas profesionales.

A la Universidad Estatal Amazónica quien me abrió sus puertas para poder cursar la carrera de ingeniería ambiental.

Diego Mauricio Ramos Criollo

DEDICATORIA

Este trabajo va de dicado a mis hijos, esposa, padres y hermanas quienes son las personas más importantes para mí, son quienes me han brindado su apoyo incondicional durante toda mi vida y por las que me esfuerzo día a día, y que a pesar de nuestras indiferencias siempre estarán cuando las necesite, ya que fueron mi motor para empezar mi carrera Universitaria y no importa cuál sea la circunstancia siempre estarán ahí para ayudarme, porque eso es una Familia.

A mi Tutor el Dr. Ricardo Abril Saltos a quien le considero un gran amigo por haberme compartido su conocimiento, experiencias y vivencias dentro del aula de clases como en el campo de la investigación, y el que ha sido mi ejemplo durante toda mi formación académica y a quien doy gracias por haberme brindado su guía para formarme como un buen profesional.

Diego Mauricio Ramos Criollo

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres Teresa Lasso y Juan Avilés por ser mi pilar fundamental, brindarme la oportunidad de estudiar, guiarme con sus consejos, enseñanzas de valores y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A mi esposo Diego Ramos, a mi familia por todo el apoyo recibido en el transcurso de mi carrera y mi hijo quien es la luz de mis ojos, aquellos que permitieron realizar mis propósitos, por poyarme siempre en las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida estudiantil para seguir adelante y cumplir este objetivo.

Al Dr. Ricardo Vinicio Saltos Abril director de Proyecto de investigación, quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación. Sobre todo, por la paciencia en el desarrollo y culminación del presente trabajo.

A la Universidad Estatal Amazónica en especial a la Carrera de Ingeniería Ambiental que me abrió sus puertas para formarme como profesional, a mis profesores y todos los docentes, que pacientemente me formaron con sus conocimientos.

Leslie Milena Avilés Lasso

RESUMEN

El siguiente estudio se realizó en la región Amazónica del Ecuador, la provincia de Pastaza, parroquia Veracruz en la zona de recarga hídrica de la Comunidad Calvario, el objetivo del estudio es evaluar el desarrollo de las especies *Guadua angustifolia Kunth* y *Calliandra angustifolia Spruce ex Benth, Nectandra sp.* que se encuentran reforestadas en esta zona. Para ello se estableció un seguimiento de evaluación de trecientos treinta y siete días desde los cuarenta y nueves días de su plantación. Para la evaluación del crecimiento se realizó la medición de las platas desde la superficie del suelo hasta la yema apical que es la altura y el diámetro de su tallo. En base a la tasa de supervivencia se determinó por el número de plantas vivas para el número de especies reforestadas y para el crecimiento se determinó en modelos matemáticos lineales. Los resultados reflejan que la especie C. angustifolia posee un alta la tasa de crecimiento del 87.1cm con una tasa de supervivencia del 75 %, mientras que la G. angustifolia presento una baja tasa de crecimiento de 37.9cm como una baja supervivencia del 18 %. Esto potencializa a la primera especie para su inserción en sistemas agroforestales o naturales.

Palabras clave: Reforestación; regeneración natural; desarrollo y supervivencia.

ABSTRACT

The following study was carried out in the Amazon region of Ecuador, Pastaza province, Veracruz parish in the water recharge zone of the Calvario Community, the objective of the study is to evaluate the development of the species *Guadua angustifolia* Kunth and *Calliandra angustifolia* Spruce ex Benth, *Nectandra sp.* that are reforested in this area. For this, an evaluation follow-up of thirty-seven days was established from the forty-nine days of its plantation. For the evaluation of growth, the plants were measured from the soil surface to the apical bud, which is the height and diameter of its stem. Based on the survival rate, it was determined by the number of living plants for the number of reforested species and for growth it was determined in linear mathematical models. The results reflect that the species *C. angustifolia* has a high growth rate of 87.1cm with a survival rate of 75%, while *G. angustifolia* presented a low growth rate of 37.9cm and a low survival rate of 18%. This potentiates the first species for its insertion in agroforestry or natural systems.

Keywords: Reforestation; natural regeneration; development and survival.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I 1
1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. Problema 3
1.2. Objetivos 3
1.2.1. Objetivo general 3
1.2.2. Objetivos específicos. 3
1.3. Justificación 4
CAPÍTULO II 5
2.1. FUNDAMENTACION TEORICA. 5
2.1.1. *Guadua angustifolia* Kunth 5
2.1.2. *Calliandra angustifolia* Spruce ex Benth 5
2.1.3. *Nectandra sp* 5
2.1.4. Recarga y zonas de recarga 6
2.1.5. Factores que afectan la recarga hídrica 6
2.1.6. Prácticas de protección de aguas 6
2.1.7. Delimitación. 6
2.1.8. Estructura del suelo 7
2.1.9. Degradación del suelo en la Amazonía 7
2.1.10. Cobertura vegetal 7
2.1.1. Capacidad de retención 7
2.1.2. Porosidad el suelo 8
2.1.3. Color del suelo 8
2.1.4. Cantidad de materia orgánica 8
2.1.5. Humedad del suelo 8
2.1.6. Contenido de carbono del suelo 9
2.1.7. El ambiente y el desarrollo vegetal 9
2.1.8. Funciones ecológicas de los árboles 9
2.1.9. Bienes ecosistémicos 10

2.1.10. Análisis estadístico descriptiva 10

CAPÍTULO III 11

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. 11

3.1. Localización. 11

3.2. Tipo de investigación 12

3.3. Método de investigación 13

CAPÍTULO IV 16

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 16

4.1. Tasas de supervivencia 16

4.2. Evaluación de modelos matemáticos 18

4.3. Curva de crecimiento en altura y diámetro 20

4.4. Discusiones 23

CAPÍTULO V 25

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 25

5.1. Conclusiones 25

5.2. Recomendaciones 25

6. REFERENCIAS 26

7. ANEXOS 32

Índice de tabla

Tabla 1. Porcentaje de supervivencia de la especie Guadua angustifolia Kunth. 16
Tabla 2. Porcentaje de supervivencia de la especie C. angustifolia Spruce ex Benth. 17
Tabla 3. Porcentaje de supervivencia de la especie Nectandra sp. 17
Tabla 4. Modelos evaluados para crecimiento en altura..... 18
Tabla 5. Modelos evaluados para crecimiento de diámetro del tallo. 19

Índice de Figura

Figura 1. Localización del área de estudio, en la zona de recarga 11
Figura 2.Crecimiento en altura de la planta *C. angustifolia Spruce ex Benth*..... 20
Figura 3. Crecimiento en diámetro del tallo de la planta *C. angustifolia Spruce ex Benth* 20
Figura 4. Crecimiento en altura de la planta *Guadua angustifolia Kunth*..... 21
Figura 5. Crecimiento en diámetro del tallo de la planta *G. angustifolia Kunth*..... 21
Figura 6. Crecimiento en altura de la planta *Nctandra sp.*..... 22
Figura 7. Crecimiento en diámetro del tallo de la planta *Nectandra sp.*..... 22

Índice de anexos

Anexo 1. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en altura de Calliandra angustifolia. Modelo obtenido mediante el table Curve 2D 32
Anexo 2. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Calliandra angustifolia obtenida de los datos de muestreo 32
Anexo 3. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en altura de la especie Guadua angustifolia. Modelo obtenido mediante el table Curve 2D. 33
Anexo 4. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Guadua angustifolia obtenida de los datos de muestreo 33
Anexo 5. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en altura de la especie Nectandra sp. . Modelo obtenido mediante el table Curve 2D 34
Anexo 6. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Nectandra sp, obtenida de los datos de muestreo 34
Anexo 7. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en diámetro del tallo de la especie Calliandra angustifolia. 35
Anexo 8. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Calliandra angustifolia. 35
Anexo 9. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en diámetro del tallo de la especie Guadua angustifolia Kunth.. 36
Anexo 10. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Guadua angustifolia Kunth. 36
Anexo 11. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en diámetro del tallo de Nectandra sp. 37
Anexo 12. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Nectandra sp. 37
Anexo 13. Modelos evaluados de crecimiento en altura y diámetro del tallo de las especies Calliandra angustifolia, Guadua angustifolia y Nectandra sp. 38

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

"Los bosques y los árboles brindan contribuciones decisivas tanto a las personas como al planeta en fortalecer los medios de vida, suministrar aire y agua limpios, conservar la biodiversidad y responder al cambio climático" (FAO, 2018, pág. 10). "Las formas en que los bosques contribuyen al bienestar humano son variadas y de amplio alcance; ellos desempeñan una función fundamental en la lucha contra la pobreza rural" (FAO, 2015, pág. 5).

En muchas partes del mundo se han venido realizando intentos por detener la deforestación mediante proyecto de conservación, reforestación y manejo sustentable, con la visión de que reforestar implica una gran ayuda para el medio ambiente ya que se puede recapturar el dióxido de carbono (CO2) y disminuir las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera y así reducir el calentamiento global (Schlegel, 2001). Y pese a los esfuerzos de conservación realizados, los factores promotores de la destrucción y degradación de los hábitats continúa siendo el principal reto para la conservación de la flora (Pitman et al., 2002; León-Yánez et al., 2011).

"La Amazonía en Ecuador ha perdido hasta un 20 % de su extensión en las últimas décadas y la deforestación es tres veces más alta que en Brasil" (Brink, 2019, pág. 1). Aunque los incendios no son su principal amenaza, sino la expansión agrícola, la expansión petrolera y la minería a gran escala, debido a estos actividades se ven comprometidos en el descenso socioeconómico y ambiental de las poblaciones que habitan en sector amazónico (Maldonado, 2019, pág. 1). De acuerdo con el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2015), el principal desafío para la conservación de la flora en el Ecuador es la pérdida y degradación de los hábitats. Los mayores impactos provienen de la deforestación a diferentes escalas, siendo su principal promotor el cambio en el uso del suelo para actividades agropecuarias.

La deforestación en el país altera la vulnerabilidad a nivel de especies y paisaje y el criterio de amenaza nivel de paisaje, degradando zonas de recarga hídrica, erosionables por fuertes pendientes, zonas de importancia para la conectividad ecológica. Las cuencas hidrográficas cumplen un rol importante en nuestro entorno, pero es el escenario de interacción con los recursos naturales y el hombre que crean sistemas y servicios ecosistémicos. Es decir, se ve afectado directamente por las actividades agropecuarias, perjudicando a sus habitantes, la disponibilidad y calidad de los recursos naturales (MAE, 2014, pág. 7).

"La cuenca hidrográfica del rio Pastaza alberga una gran cantidad de biodiversidades debidas a sus pisos altitudinales, parques nacionales, bosque tropical" (Yépez, 2015). El gobierno autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza contribuye con proyectos de conservación y reforestación en las zonas de recarga hídricas que se encuentren vulnerables con el objeto de prevenir la disminución de sus caudales, aprovisionamiento y la calidad de agua de las comunidades como es el caso de la comunidad Calvario perteneciente a la parroquia Veracruz de la provincia de Pastaza.

En la parroquia Veracruz durante los últimos años se puede observar la perdida forestal tal es el caso que se ha reducido el 40,20% del bosque, el área de humedales ha incrementado en un 141,55%, los bosques de la amazonia ha reducido su área en un 34,54%, La vegetación arbustiva y herbácea ha incrementado en un 100%, por último el área agropecuaria ha incrementado en un 209,40%, esto debido sobre todo al desarrollo piscícola en la parroquia (GADPV, 2000). Con el fin de incentivar la reforestación el GADPPz conjuntamente con la comunidad Calvario establecieron la reforestación de 87 especies vegetales en la toma de captación Calvario. Sin embargo, este proyecto carece de seguimiento y control sobre el desarrollo de las especies plantadas, esto dificulta la evaluación de la mismas, por tal motivo se propone evaluar el desarrollo y supervivencia de las especies plantadas en la zona de recarga de la Comunidad Calvario (MAE, 2017)

1.1. Problema

En los últimos años el crecimiento poblacional afecta de una manera gradual el consumo de líquido vital, además la incidencia del cambio de uso de suelo en las comunidades va en aumento en la provincia de Pastaza. La comunidad el Calvario, ubicada en la parroquia Veracruz se dedican a las actividades piscícolas y ganaderas, Puesto que, presenta alteraciones en los ecosistemas y la pérdida sustancial del suelo, por las afectaciones que se realizan en la cobertura y uso del suelo, como producto de los factores ambientales y antrópicos que se generan en su entorno. Al pasar del tiempo esto puede influir en la disponibilidad y calidad de agua de la población a fin de que se verá en un aprovisionamiento difícil. Por ende, existen programas de reforestación en la toma de captación de la provincia de Pastaza, en las cuales intervienen diferentes especies vegetales como las de la presente investigación. No obstante, carecen de un seguimiento y control de las especies reforestadas, además, dificulta el grado de supervivencia de las misma, como es el caso de la zona de recarga Veracruz (MAE, 2014).

¿Las especies vegetales reforestadas en la zona de recarga hídrica Veracruz presenta características idóneas de crecimiento y supervivencia?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el desarrollo de regeneración de las especies *Nectandra sp*, *Guadua angustifolia* y *Calliandra angustifolia* utilizadas en reforestación de la zona de recarga acuífera en la Comunidad Calvario.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el desarrollo que presentan las especies *Nectandra sp*, *Guadua angustifolia* y *Calliandra angustifolia* basado en la medición de altura y diámetro.
- Determinar la tasa de supervivencia de las especies vegetales utilizadas en la restauración de la zona de recarga hídrica de la comunidad el Calvario.

1.3. Justificación

El cambio del uso y cobertura del suelo generan impactos negativos en las zonas de recargas hídricas. Donde cada factor antrópico o ambiental modifican la estructura morfológica de las cuencas hídricas y el ecosistema que lo rodea, sobre todo, cuando el agricultor incrementa la frontera agrícola y genera perdida de los bosques. Tal es el caso que, al reducir los bosques, el área de humedales incrementa como la vegetación arbustiva, debido al desarrollo del área agropecuaria y piscícola en la comunidad Calvario (GADPV, 2015, pág. 81).

La comunidad posee suelos que se caracterizan por ser profundos, pseudos limosos, muy untuosos, suaves y esponjosos, con una capacidad de retención de humedad más del 200%. Además, presenta relieves abruptos y escarpados con pendientes mayores al 40%. De tal manera, que hace vulnerable la zona de estudio por las amenazas consecutivas como: la deforestación, erosión, expansión de áreas agropecuarias y actividades antrópicas incompatibles. Y es por ello que la gobernación de Pastaza consta de planes de reforestación en tomas de captación de agua, con el objetivo de reducir la perdida de sus caudales y calidad de agua. Esto permite, que la presente investigación caracterice la evolución de la regeneración natural de las especies vegetales seleccionadas a reforestar como: Guadua angustifolia kunth, Calliandra angustifolia Spruce ex Benth y Nectandra sp., para la "Toma de Captación Calvario". Tal como; identificar, describir y evaluar, cuales son las condiciones más óptimas para reforestar, basados en la medición de parámetros de crecimiento y el grado de supervivencia de las mismas para la recuperación de suelo y aprovisionamiento del agua, del cual constituye el fin de este proyecto.

CAPÍTULO II

2.1. FUNDAMENTACION TEORICA.

2.1.1. *Guadua angustifolia* Kunth

Especie con tallo de aproximadamente 15-20 metros de alto y entre 10-12 centímetros de diámetro. Formado por los entrenudos y nudos. Las yemas se encuentran ubicadas en cada nudo, de forma alternada que tienen la capacidad de producir ramas o raíces. Las hojas son de forma triangular color café ubicada en cada nudo del tallo, la cual tiene como función proteger las yemas y el tallo durante su desarrollo y crecimiento. Por sus características ayudan a afirmar y sostener el suelo de las fajas marginales y quebradas, evitando los desprendimientos de tierra e inundaciones (Matos, 2017). "La guadua se desarrolla a una altitud que va desde el nivel del mar hasta los 1100 m.s.n.m. y la mayor producción está en zonas con precipitaciones entre 1800 y 2200 mm de lluvia" (Cobos & Rodríguez, 2007, pág. 24).

2.1.2. *Calliandra angustifolia* Spruce ex Benth

Esta planta es bastante común en todas las provincias amazónicas porque se adapta a una amplia gama de ecosistemas. Este arbusto / árbol pequeño puede crecer hasta 6 metros de ancho y 3 a 4 metros de altura. Las hojas son de color verde oscuro y crecen en forma de un pinnado extraño, exhibiendo folletos que tienen de 2 a 4 centímetros de longitud. Los frutos son legumbres que contienen 3-5 semillas. Especie que, se localiza en matorral seco montano en el rango altitudinal 1400 a 2000 m.s.n.m. (Lozano P. , 2002, pág. 41). Además, se características como el crecimiento rápido, "la capacidad de colonizar suelos pobres y lo atractivo de su arquitectura vegetativa y de sus inflorescencias, entre otros, hacen del género una fuente potencial de uso importante" (Forrero & Romero, 2005, pág. 47).

2.1.3. *Nectandra sp*

Son árboles grandes de 25 m de altura y 35 cm de DAP, que alcanzan 40 m de altura y 120 cm de DAP. La corteza muerta es lisa, color café claro. Las ramitas son angulares, finamente pubescentes cuando jóvenes y terminan en una yema angosta cubierta por una hoja diminuta con pelitos ferrugíneos. Es común y esparcido por el bosque húmedo tropical y el bosque secundario, desde Colombia hasta Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. La cual, contiene un valor de importancia por el uso como maderable y en fines de reforestación (Lozano P. , 2002, pág. 43).

2.1.4. Recarga y zonas de recarga

En términos generales, se denomina recarga al proceso por el cual se incorpora a un acuífero el agua procedente de fuera del contorno que lo limita. Son varias las procedencias de esa recarga, desde la infiltración de la lluvia y de las aguas superficiales, hasta la transferencia de agua desde otro acuífero. El área o zona donde ocurre la recarga presenta una capacidad de infiltración alta (Matus, Faustino, & Jiménez, 2009, pág. 6).

2.1.5. Factores que afectan la recarga hídrica

La recarga hídrica depende del régimen de precipitación, de la escorrentía superficial y del caudal de los ríos, así como de la permeabilidad de los suelos, de su contenido de humedad, de la duración e intensidad de la lluvia y del patrón de drenaje de la cuenca. También la pendiente de la superficie constituye un factor importante, puesto que los terrenos muy inclinados favorecen la escorrentía superficial; por el contrario, los terrenos con poca pendiente retienen por más tiempo el agua, lo que favorece la infiltración (Matus, Faustino, & Jiménez, 2009, pág. 7).

2.1.6. Prácticas de protección de aguas

CASTRILLON (2000), señala que un modelo común para el manejo de áreas ribereñas, es el empleo de una o más especies leñosas (árboles y arbustos), en combinación con pastos en los sectores cercanos a los cursos de agua. Esto disminuye la velocidad del agua, retienen los elementos químicos aplicados a los cultivos (fertilizantes, herbicidas y otros) y, entrega protección y alimento a la fauna. En general, en una primera fase, se utilizan especies de rápido crecimiento, las cuales incrementan la estabilidad de las riberas en el corto plazo. El uso de especies nativas de crecimiento más lento, permite un ciclo de nutrientes más largo y a su vez mejora la biodiversidad biológica local (RIOS, 2004, págs. 5-6).

2.1.7. Delimitación.

La delimitación de zonas de recarga/descarga permite el apoyo al diseño de planes para la conservación de áreas prioritarias, como lo es el pago por servicio ambiental hidrológico; igualmente esta delimitación será una primera aproximación dentro del conocimiento de la dinámica general del agua subterránea (Peñuela & Carrillo, 2012, pág. 23).

2.1.8. Estructura del suelo

En el Ecuador se enfatizaron los estudios sobre la degradación de los suelos debido a una intensa actividad agrícola y cambio uso de suelo, en especial en la región costa y amazonia, estos estudios revelaron grandes afectaciones. Y pusieron de manifiesto que una de las mayores amenazas de los suelos es la pérdida de cobertura vegetal, vegetación nativa y bosque en general, la que altera las condiciones naturales de los ecosistemas iniciando la degradación sistemática de los mismos (Fontaine, Quiñónez, & Cisneros, 2008, págs. 74-75).

2.1.9. Degradación del suelo en la Amazonía

A lo largo de la historia, el ser humano ha asociado la fertilidad del suelo, con el color de tono oscuro que proporciona la materia orgánica humificada. Los suelos amazónicos se han convertido en pasturas y la expansión agrícola es claramente identificada como los conductores más importantes de cambio en el uso del suelo, con la consecuente pérdida de su fertilidad, calidad y biodiversidad. Los recursos naturales son fundamentales para el desarrollo productivo y social del ser humano, sin embargo están amenazados globalmente por diversos factores adversos como la degradación y otros eventos de tipo climatológico; provocando consecuencias en la producción agrícola, la seguridad alimentaria, la disponibilidad de agua, la contaminación en zonas dedicadas a la actividad petrolera y minera, además del uso en exceso de productos químicos con la expansión agricultura y sellado del suelo a través de la expansión urbana (FAO, 2017, pág. 1).

2.1.10. Cobertura vegetal

Se entiende como cobertura vegetal al porcentaje del suelo ocupado por comunidades vegetales permanentes. La cobertura del suelo es otro elemento considerado en la metodología porque es un factor que influye en la infiltración del agua, ya que permite un mayor contacto con el suelo, disminuye la velocidad de la escorrentía, la erosión, el impacto de la gota de lluvia y la resequedad causada por los rayos del sol (Matus, Faustino, & Jiménez, 2009, pág. 7).

2.1.1. Capacidad de retención

La capacidad de retención de agua del suelo para disponer de cantidades variables de agua, depende de su textura, de su estructura, de la profundidad de las raíces en dicho suelo y todo ello afectará a la frecuencia de riego y también a las cantidades de agua aplicadas (TRAXCO, 2014, pág. 1).

2.1.2. Porosidad el suelo

El espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% de materiales sólidos (45%minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse. Los macro poros no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los micro poros retienen agua y parte de la cual es disponible para las plantas (FAO, 2007, pág. 1).

2.1.3. Color del suelo

El color del suelo depende de sus componentes y varía con el contenido de humedad, materia orgánica presente y grado de oxidación de minerales presentes. Se puede evaluar como una medida indirecta ciertas propiedades del suelo. Se usa para distinguir las secuencias en un perfil del suelo, determinar el origen de materia parental, presencia de materia orgánica, estado de drenaje y la presencia de sales y carbonato (FAO, 2009, pág. 34).

2.1.4. Cantidad de materia orgánica

Se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como un continuo de compuestos heterogéneos con base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos en continuo estado de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos y muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponer (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008, pág. 71).

2.1.5. Humedad del suelo

La humedad del suelo puede evaluarse midiendo el contenido de agua, midiendo la fuerza con que ella está retenida o midiendo otras propiedades relacionadas con la humedad, como la capacidad de transmitir calor o de transmitir una corriente eléctrica (Lárraga, 2014, pág. 2).

2.1.6. Contenido de carbono del suelo

El carbono orgánico del suelo (COS) es un componente importante del ciclo global del C, ocupando un 69,8% del C orgánico de la biosfera. El suelo puede actuar como fuente o reservorio de C dependiendo de su uso y manejo en el cual se estima que desde que se incorporan nuevos suelos a la agricultura hasta establecer sistemas intensivos de cultivo se producen pérdidas de COS que fluctúan entre 30 y 50% del nivel inicial (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008, pág. 69).

2.1.7. El ambiente y el desarrollo vegetal

El crecimiento y desarrollo vegetal no solo dependen de sus genes y de la acción hormonal, sino también en gran medida, del ambiente en el cual vive la planta. El ambiente externo de una planta se refiere a todo aquello que la rodea, incluyendo a otros seres vivos. En este sentido, el agua, el suelo, el aire, forman parte de ese ambiente, pero también lo integran formas de energía como el calor, las radiaciones y la fuerza de gravedad. Los animales siendo por lo general móviles, pueden evitar o atenuar en alguna medida la influencia del ambiente externo; las plantas están ancladas al suelo por la raíz y no pueden comportarse como los animales. Sin embargo, las plantas tienen la habilidad para responder o ajustarse a cambios en su ambiente externo (Moreno, Curtis, & Barnes, 2000, pág. 129).

2.1.8. Funciones ecológicas de los árboles

Farrel (1977), indica que uno de los aspectos que lleva a valorizar el uso de los árboles y arbustos en la actualidad, es sin duda los beneficios ecológicos que estos aportan al agro ecosistema. Entre los beneficios ecológicos que aportan los árboles a estos sistemas ecológicos podemos señalar a: la protección del suelo y el mantenimiento de su fertilidad, la moderación del clima, creando microclimas más estables y favorables para el crecimiento de las plantas, regulando el ciclo del agua, especialmente aumentando la humedad, disminuyendo la evapotranspiración de los substratos inferiores y favoreciendo la penetración del agua en el suelo. La protección del nacimiento, riberas y cursos de agua en predios agrícolas, y la recuperación del cauce cuando se encuentra degradado, consiste en establecer medidas correctivas usando vegetación protectora, aislando áreas afectadas, y estableciendo obras físicas en riberas y cauce, para evitar la pérdida de suelo, disminución de la calidad del agua, y embaucamiento de cursos aguas por efecto de la erosión y arrastre de sedimentos (RAN, 2008, pág. 1).

2.1.9. Bienes ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que las sociedades obtienen de los ecosistemas que permite hacer más explícita la relación y dependencia del bienestar humano y el mantenimiento del adecuado funcionamiento de los ecosistemas. Los bosques proporcionan al medioambiente y a la humanidad múltiples servicios ecosistémicos, mediante el aprovisionamiento de alimentos, madera, semillas y la regulación de nutrientes, ciclos del agua y del carbono. Además, los bosques manejados prestan servicios para el equilibrio del clima regional y global, especialmente para el mantenimiento del ciclo hidrológico y retención de carbono. Estos sistemas complejos son la fuente de los servicios ecosistémicos (MINAM, 2014, pág. 1).

2.1.10. Análisis estadístico descriptiva

Estadística descriptiva se basa en explorar datos de manera que puedan ser identificados permitiendo manejar bancos de datos de gran magnitud de una manera eficiente y efectuar análisis estadísticos muy complejos con la finalidad de hacer un mejor uso de la información (Castañeda D. , 2010).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Localización.

La presente investigación se llevó a cabo a 2.2 km^2 de la comunidad Calvario, de la Zona de recarga, parroquia Veracruz, provincia de Pastaza, en las coordenadas 176403.71mE y 9831875.03mS a una altitud de 896msnm con una temperatura entre 26,6 °C y 17,4°C, y una temperatura media de 21,1°C, las precipitaciones oscilan los 4752.2 mm anuales, con una humedad relativa del 88.4%, los suelos de la parroquia se caracterizan por ser profundos, pseudos limosos, muy untuosos, suaves y esponjosos, con un color negro en los primeros 30 a 50 cm y amarillos en profundidad, con una capacidad de retención de humedad más del 200%. Corresponden al orden Inceptisoles, el uso y cobertura del suelo, este factor ha variado con el paso del tiempo, sobre todo en la ampliación de la frontera agrícola y perdida de bosques (GADPV, 2015).



Figura 1. Localización del área de estudio, en la zona de recarga / Elaborado por Ramos y Aviles, (2020).

3.2. Tipo de investigación

El presente proyecto se enfocó en la línea de investigación de Gestión y Conservación Ambiental, basadas en estudios de data secundaria del proyecto de vinculación con la colectividad, de Protección y restauración ambiental de la microcuenca del Río Puyo del cual se considera una investigación de tipo exploratoria-descriptiva (UEA, 2020).

3.2.1. Investigación exploratoria

La investigación es exploratorio cualitativo-documental, debido, al analice de los datos secundarios del plan de reforestación de la toma de captación Calvario que nos permite valorar los parámetros dasométricos y longitudinal de las observaciones que se realizan en diferentes intervalos de tiempo en un tiempo prolongado. Del cual, se requiere para identificar el grado de supervivencias de las especies vegetales (UEA, 2020, pág. 8).

3.2.2. Investigación descriptiva

Es de diseño descriptivo-comparativo por que se caracterizan las variaciones de las especies *Nectandra sp, Guadua angustifolia* y *Calliandra angustifolia* en relación al crecimiento que ha desarrollado en un periodo de 337 días, esta descripción se basa de la toma de datos de altura y diámetro de los individuos. Los métodos estadísticos que presentaran información cualitativa del cual se requiere para el análisis de supervivencia y progreso de crecimiento de las especies y la exploración web que ayudara en el análisis de la ejecución del proyecto para generar una base de datos. Lo cual, servirán en la realización de modelaciones del desarrollo y supervivencia de las especies vegetales en la zona de recargas hídrica el Calvario (UEA, 2020, págs. 7-9).

3.3. Método de investigación

3.3.1. Delimitación del área de estudio

La zona de estudio se delimito con la ayuda de una cinta métrica, equipo GPS (Sistema de posicionamiento global). Luego de llevar a cabo la delimitación del área se realizó la toma de coordenadas geográficas en el punto centro de la zona de estudio. Del cual tiene aproximadamente 400 m2 de área reforestada, ubicadas en la zona de recarga hídrica el "Calvario" donde se establecieron 6 filas de 10 a 22 individuos de tres especies vegetales (GADPPz, 2018).

3.3.2. Toma de datos

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los proyectos de conservación y reforestación de la toma de captación de la provincia de Pastaza y esto fue posible por los proyectos de vinculación de la Universidad Estatal Amazónica con el Gobierno Autónomo Provincial de Pastaza que asignan al estudiante en su tercer año. Este estudio inicia a partir de los 49 días de la plantación de las tres especies vegetales en la toma de captación de la comunidad Calvario perteneciente a la parroquia Veracruz. Posteriormente se visitó a la comunidad mensualmente hasta los 337 días de su evaluación con la finalidad de obtener información sobre el progreso del crecimiento de las especies reforestadas (GADPPz,, 2018).

Este trabajo se desarrolló con el GADPPz, quienes tienen participación activa dentro de la comunidad y la toma de captación. Sin embargo, para la identificación de las especies reforestadas se trabajó con el vivero forestal de la Estación Biológica Pindo Mirador con el objetivo de verificar el sistema de reforestación y las características de las especies.

3.3.3. Evaluación de las especies plantadas.

La evaluación de las especies reforestadas se llevó a cabo con la información otorgada del vivero forestal de GADPPz que se realizó en la zona de recarga hídrica de la comunidad Calvario. En este sitio se reforestaron 87 individuos de tres tipos de especies, tal como: *Nectandra sp* (Laurel), *Guadua angustifolia* (Caña guadua) y *Calliandra angustifolia* (Yutsu). Las plantas se establecieron en 6 filas, de agrupaciones entre 10 a 22 individuos, con ayuda del personal técnico forestal del GADPPz y estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica. Por último, para el análisis de desarrollo de las especies plantadas en zona de estudio se verificó la existencia de 38 individuos después de los trecientos treinta y siete días de evaluación y la toma de datos mensuales de cada individuo permiten determinar la tasa de supervivencia y la tasa de crecimientos de las especies (GADPPz, 2018).

3.3.4. Determinación del crecimiento de las especies plantadas

La evaluación de 337 días que implica la recopilación de datos e información de las especies realizadas mensualmente. Se hizo posible el uso de herramientas como: cinta métrica, calibrador digital y manual, libreta de campo para determinar el crecimiento de cada especie plantada en la zona de recarga. Para medir la altura de la planta desde la superficie del suelo hasta la yema apical se debe realizar con la ayuda de una regla, el diámetro de su tallo con un calibrador Vernier midiéndose el diámetro en mm a la altura del cuello de la planta, el número total hojas, el largo de las ramas de cada una de las especies, coordenadas y el registro del porcentaje de supervivencia de cada uno de las especies (Abril *et al*., 2017).

3.3.5. Análisis de datos

Para la tabulación y el procesamiento de los datos se utilizó una matriz general en el programa Microsoft Excel, y el programa Table Curve 2D (Systat Software Inc, 2002). Utilizados para evaluar alto número de modelos (más de 1 000) que se pueden ajustar a los datos obtenidos para describir el comportamiento de las variables altura de la planta y diámetro del tallo (Abril *et al.*, 2017). La selección del modelo, para cada caso, se realizó según los criterios establecidos por Díaz *et al.* (2014) y se escogieron aquellos que fueron significativos en P>F, presentaron mayor coeficiente de determinación (R2), menor error experimental y significación de los parámetros del modelo (Tabla 1). A estos criterios, y dado los intereses de la presente investigación, se incorporó la simplicidad del modelo como elemento para su elección, lo cual también pretende dar un significado biológico del mismo (Di-Benedetto & Tognetti, 2016). Específicamente en este estudio se utilizó el modelo lineal de las ecuaciones analizadas de la variable "X" que corresponde a la edad de la planta en días y la variable "Y" a la altura de la planta o diámetro del tallo (Abril *et al.*, 2017).

3.3.6. Parámetros de evaluación

Se evaluó la sobrevivencia y crecimiento al final del periodo del desarrollo de cada planta que se llevó acabo a los cuarenta y nueve días de la plantación hasta los trescientos treinta y siete días de su evaluación, considerando los datos estadísticos mensual y los factores de crecimiento de las especies vegetales.

Benítez y Mejía (2003). Establecen el resultado mediante multiplicar el número de sobrevivientes por 100 y dividirlos entre el número de individuos establecidos

Ecuación 1;

$$Sr\% = \frac{\mathrm{NPv}}{NTp} * 100 \qquad (1)$$

Dónde: Sr% = Porcentaje de Supervivencia.

NPv (Número de plantas vivas).

NTs (Número total de plantas)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tasas de supervivencia

La reforestación de especies vegetales se realizó en agrupaciones de 6 filas. Donde, la filas 1, 2 y 3 se comprobó la existencia de la *G. angustifolia Kunth* además se puede evidenciar en los primeros 49 días de monitoreo una tasa del 100% de supervivencia y al cabo de los 337 días solo presento una tasa Promedio de supervivencia de 18% (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de supervivencia de la especie *Guadua angustifolia Kunth.*

	Porcentaje de supervivencia									
Días	49	85	112	162	183	218	246	274	309	337
Fila 1	100%	100%	83%	83%	58%	33%	17%	0%	0%	0%
Fila 2	100%	100%	100%	71%	57%	43%	43%	29%	29%	29%
Fila 3	100%	81%	69%	63%	59%	56%	44%	38%	38%	25%
Media	100%	94%	84%	72%	58%	44%	35%	22%	22%	18%
Coeficiente de variación	0%	9%	15%	12%	2%	21%	36%	73%	73%	71%

Nota. La especie G. angustifolia Kunth muestra su tasa de supervivencia en la fila 2 con un 29% a los 337 días de monitoreo. Elaborado por Ramos y Aviles 2020.

Para el caso de la *G. angustifolia* Kunth, inicia con una tasa de supervivencia del 100% y va disminuyendo gradualmente, es decir; en el día 112 a 84%, en el día 183 a 58%, en el día 246 a 35%. Pero al día 274 su porcentaje baja hasta al 22% y se mantiene constante hasta los 309 días. De tal manera, que al finalizar su evaluación registra una tasa de supervivencia no menor al 18% con un coeficiente de variación del 71%.

La especie *C. angustifolia* Spruce ex Benth registra un porcentaje de supervivencia del 100 % desde el primer registro de evaluación como muestra la (Tabla 2), y disminuye al 86% en los 85 días, manteniendo así su supervivencia con un porcentaje no menor al 81% hasta los 183 días. Pero, en los días 218 se observa una tasa del 77% hasta los 274 días. Sin embargo, al concluir el ultimo seguimiento (día 337) la tasa de supervivencia baja a 75% con un coeficiente de varianza del 24%.

Tabla 2. Porcentaje de supervivencia de la especie C. angustifolia Spruce ex Benth.

	Porcentajes de supervivencia									
Días	49	85	112	162	183	218	246	274	309	337
Fila 1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Fila 2	100%	85%	77%	77%	73%	69%	69%	69%	69%	69%
Fila 3	100%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Fila 4	100%	70%	70%	70%	60%	50%	50%	50%	50%	50%
Fila 5	100%	100%	100%	100%	95%	90%	90%	90%	80%	80%
Media	100%	86%	84%	84%	81%	77%	77%	77%	75%	75%
Coeficiente de variación	0%	16%	17%	17%	21%	25%	25%	25%	24%	24%

Nota. La especie C. angustifolia Spruce ex Benth, posee una tasa de supervivencia promedio del 75% a los 337 días de monitoreo. Elaborado por Ramos y Aviles, 2020.

En la *Nectandra sp*. su tasa de supervivencia en los 49 días es del 100% y mantiene estable hasta los 85 días. Posteriormente baja a 96% en el día 112, a 85% en los 162 días y a 71% en los 183 días. Pero, su tasa de supervivencia en los 218 días baja a 58% hasta los 246 días. Luego su porcentaje sigue disminuyendo en los 309 días de manera constate, pero no menos del 43%, como se observa en el día 337 con un coeficiente de variación del 96%.

Tabla 3. Porcentaje de supervivencia de la especie Nectandra sp.

	Porcentajes de supervivencia									
Días	49	85	112	162	183	218	246	274	309	337
Fila 1	100%	100%	86%	71%	36%	0%	0%	0%	0%	0%
Fila 2	100%	100%	100%	67%	50%	33%	33%	33%	33%	33%
Fila 5	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Fila 6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	60%	60%	40%
Media	100%	100%	96%	85%	71%	58%	58%	48%	48%	43%
Coeficiente de variación	0%	0%	7%	21%	47%	86%	86%	88%	88%	96%

Nota. El porcentaje de supervivencia empieza a disminuir a los 85 días, de manera, que su tasa supervivencia baja en un aproximado del 43% en los 337 días de su evaluación. Elaborado por Ramos y Aviles, (2020)

4.2. Evaluación de modelos matemáticos

En los modelos de crecimiento para la medida altura y diámetro de tallo de las especies *Nectandra sp, G. angustifolia Kunth* y *C. angustifolia Spruce ex Benth* (Tabla 4) y (Tabla 5) los valores de los parámetros fueron significativos P>F.

Tabla 4. Modelos evaluados para crecimiento en altura.

Especie	Modelo	Significancia P>F	R2	SE (±)	Criterio	Significación de los parámetros a	b
Calliandra angustifolia	**Lineal**	**0,000**	**0,89**	**0,39**	**Valor estimado**	**6,30**	**0,01**
					Error estándar	**0,29**	**0,0013**
					valor de P	**<0.0001**	**0,0002**
	Cuadrática	0,000	0,86	0,35	Valor estimado	6,94	0,00
					Error Estándar	0,18	0,0000
					valor de P	<0.0001	<0.0001
	Cúbica	0,000	0,87	0,35	Valor estimado	7,17	0,00
					Error estándar	0,16	0,0000
					valor de P	<0.0001	<0.0001
Guadua angustifolia	**Lineal**	**0,000**	**0,94**	**0,09**	**Valor estimado**	**2,26**	**0,00**
					Error estándar	**0,07**	**0,00**
					valor de P	**<0.0001**	**<0.0001**
	Cuadrática	0,000	0,88	0,13	Valor estimado	2,54	0,00
					Error estándar	0,07	0,0000
					valor de P	<0.0001	<0.0001
	Cúbica	0,001	0,79	0,17	Valor estimado	2,65	0,00
					Error estándar	0,08	0,0000
					valor de P	<0.0001	0,00059
Nectandra sp.	**Lineal**	**0,000**	**0,92**	**0,18**	**Valor estimado**	**7,56**	**0,01**
					Error estándar	**0,13**	**0,00**
					valor de P	**<0.0001**	**<0.0001**
	Cuadrática	0,000	0,82	0,26	Valor estimado	8,06	0,000014
					Error estándar	0,14	0,0000000
					valor de P	<0.0001	0,00029
	Cúbica	0,002	0,71	0,34	Valor estimado	8,25	0,00
					Error estándar	0,15	0,0000
					valor de P	<0.0001	0,00234

Nota. En función del mayor coeficiente de determinación (R^2) y menor error experimental, se seleccionó el modelo Lineal para describir el comportamiento. Elaborado por Ramos y Aviles, 2020.

Tabla 5. Modelos evaluados para crecimiento de diámetro del tallo.

Especie	Modelo	Significancia P>F	R2	SE (±)	Criterio	Significación de los parámetros a	b
Calliandra angustifolia	**Lineal**	**<0,001*** **	**0,98**	**1,43**	**Valor estimado**	**57,48**	**0,09**
					Error estándar	**1,07**	**0,00**
					valor de P	**<0,0001**	**<0,0001**
	Cuadrática	<0,001***	0,91	2,69	Valor estimado	64,64	0,00
					Error estándar	1,4	0.00
					valor de P	<0,0001***	0,00002
	Cúbica	<0,001***	0,82	3,81	Valor estimado	67,34	0,000001
					Error estándar	1,71	0,00
					valor de P	<0,0001***	0,0002
Guadua angustifolia	**Lineal**	**0,03454**	**0,44**	**2,25**	**Valor estimado**	**24,71**	**0,02**
					Error estándar	**1,69**	**0,01**
					valor de P	**<0,0001*** **	**0,0345**
	Cuadrática	0,081	0,33	2,48	Valor estimado	26,57	0,00
					Error estándar	1,29	0,00
					valor de P	<0,0001***	0,0810
	Cúbica	0,14339	0,03	2,63	Valor estimado	27,25	0,00
					Error estándar	1,18	0,0000
					valor de P	<0,0001***	0,14339
Nectandra sp.	**Lineal**	**<0,001*** **	**0,96**	**1,56**	**Valor estimado**	**50,70**	**0,07**
					Error estándar	**1,17**	**0,01**
					valor de P	**<0,0001*** **	**<0,0001*** **
	Cuadrática	<0,001***	0,991	0,754	Valor estimado	56,33	0,00
					Error estándar	0,39	0,0000
					valor de P	<0,0001***	<0,0001***
	Cúbica	<0,001***	0,962	1,515	Valor estimado	58,49	0,0000005
					Error estándar	0,68	0,00000004
					valor de P	<0,0001***	<0,0001***

Nota. En función del mayor coeficiente de determinación (R^2) y menor error experimental, se seleccionó el modelo Lineal para describir el comportamiento. Elaborado por Ramos y Aviles, 2020.

El resultado del análisis estadístico realizado en el programa Table Curve 2D en selección del modelo lineal, cuadrático y cúbico que mejor se ajuste a las variables del estudio se toma en cuenta el coeficiente de determinación (R^2) el cual tiene un rango que va de 0 a 1 mientras más cercano sea el valor de modelo a 1 mayor será el ajuste del modelo y por ende será el modelo aprobado la (Tabla 4) referente a la altura muestra un (R^2)=0.89 para *C. angustifolia Spruce ex Benth*, (R^2)=0.94 para *G. angustifolia Kunth* y (R^2)=0.92 para *Nectandra sp* considerando el menor error experimental se aprueba el modelo lineal y se rechazan los modelos cuadráticos y cúbicos analizados.

4.3. Curva de crecimiento en altura y diámetro

En la Figura 2 denominada crecimiento en altura el análisis de la curva de crecimiento en altura de la planta y diámetro del tallo se obtuvo de acuerdo al (R^2) el cual se aprobó el modelo lineal tanto para la altura como para el diámetro de las plantas.

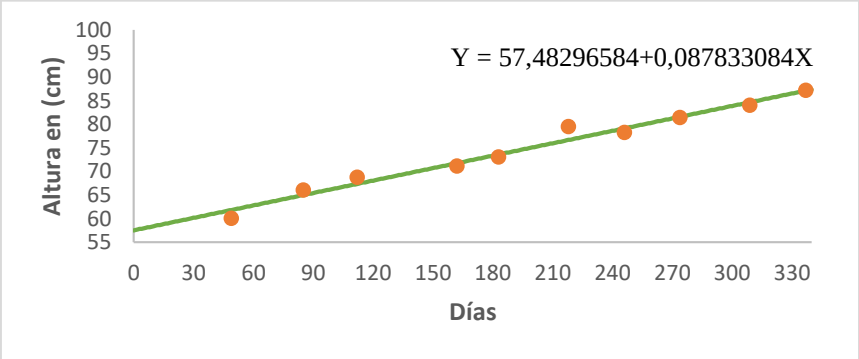


Figura 2.Crecimiento en altura de la planta C. angustifolia Spruce ex Benth, En las ecuaciones analizadas, la variable "X" correspondió a la edad de la planta en días y la variable "Y", a la altura de la planta. Elaborado por Ramos y Aviles, 2020.

En la Figura 2, la especie *C. angustifolia Spruce ex Benth* (Yutsu) muestra un crecimiento constate, donde su medición inicial es de 59.9cm Posteriormente, crece a 68,7cm en los 112 días, 73 cm en los 183 días, continua su crecimiento y se dispara a 79cm a los 218 días y finalmente alcanza su punto más alto con 87.1cm al finalizar el monitoreo a los 337 dias

En la Figura 3, referente al crecimiento del diámetro del tallo la especie *C. angustifolia* presenta un modelo lineal con una tasa de crecimiento constante de aproximadamente 0.011mm/día, desde el inicio del monitoreo hasta culminar su evaluación a los 337 días

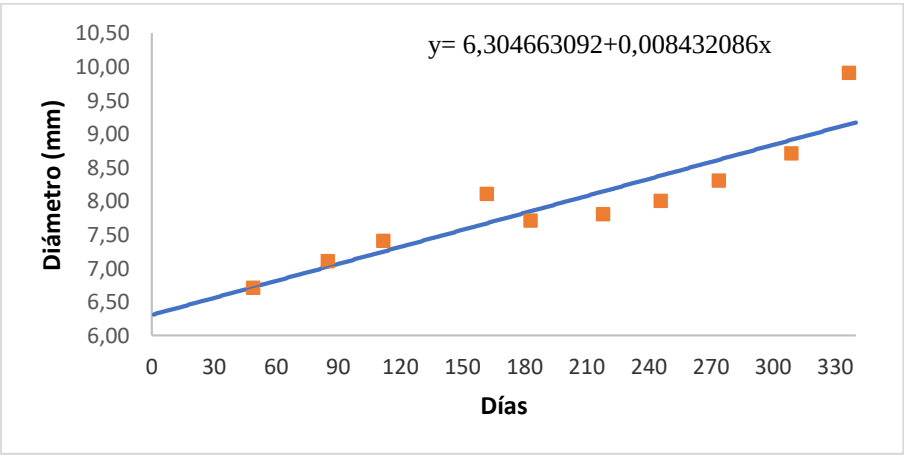


Figura 3. Crecimiento en diámetro del tallo de la planta C. angustifolia Spruce ex Benth, En las ecuaciones analizadas, la variable "X" correspondió a la edad de la planta en días y la variable "Y", a la altura de la planta. Elaborado por Ramos y Aviles, 2020.

En la figura 4, la especie *Guadua angustifolia Kunth* (caña guadua) el crecimiento inicia con una altura de 24.5 cm, continua con una altura de 27.8cm hasta los 162 días, luego esta altura aumenta a 31.5 cm en los 246 días. Pero, esta disminuye a 27.4 cm, y se mantiene hasta los 309 días. Sin embargo, en su evaluación final 337 días presenta una tasa de 0.026cm/d con un crecimiento constante.

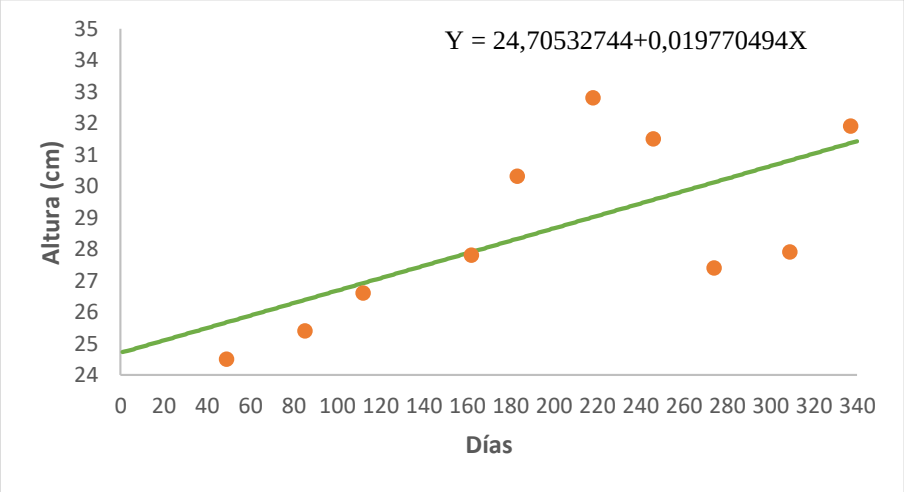


Figura 4. Crecimiento en altura de la planta Guadua angustifolia Kunth En las ecuaciones analizadas, la variable "X" correspondió a la edad de la planta en días y la variable "Y", a la altura de la planta. Elaborado por Ramos y Aviles, 2020.

En la Figura 5 denominada crecimiento en diámetro del tallo, la Especie *G. angustifolia Kunth* registra un crecimiento constante, donde su valor inicial es 2.3mm. Posteriormente crece a 2.8mm a los 112 días y su resultado final es de 3.4mm. con una tasa de crecimiento constante de 0.0038mm/d

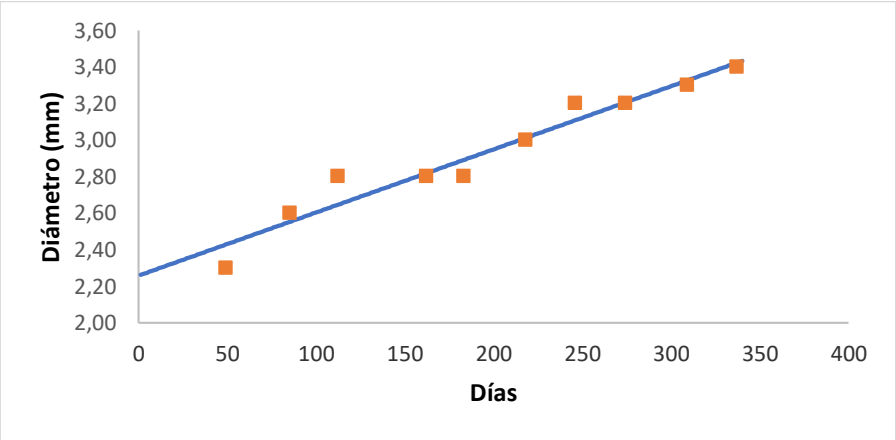


Figura 5. Crecimiento en diámetro del tallo de la planta G. angustifolia Kunth., En las ecuaciones analizadas, la variable "X" correspondió a la edad de la planta en días y la variable "Y", a la altura de la planta. Elaborado por Ramos y Aviles, 2020

En la figura 6, la especie *Nectandra sp* (Laurel) crece durante todo el proceso de evaluación de manera constante de acuerdo al modelo lineal definido por el resultado estadístico de (R^2) = 0.92, con un valor inicial de 56cm. De acuerdo a su desarrollo en los 162 días su altura es de 61.9cm, su tasa aumenta a 71.1cm en 274 días y alcanza su punto más alto con una tasa de crecimiento de 78.5cm en su evaluación final 337 días, presentado su tasa de crecimiento fue de 0.08cm/d

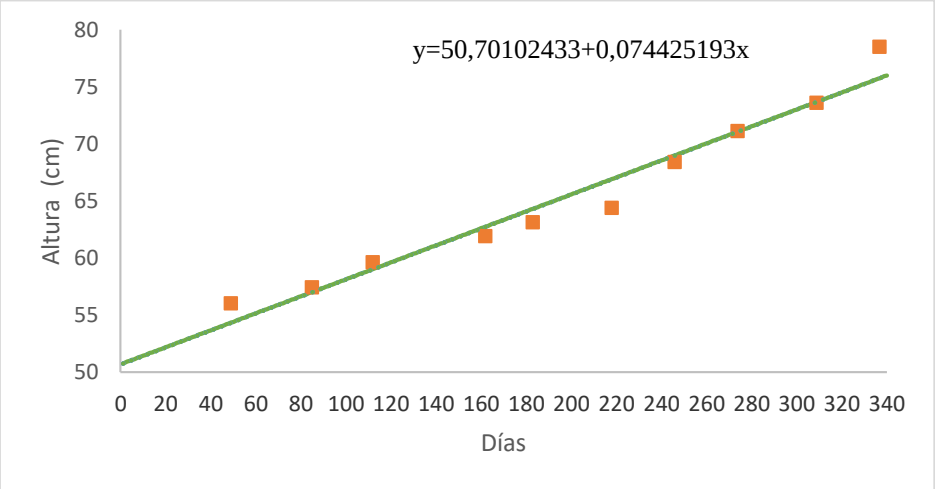


Figura 6. Crecimiento en altura de la planta Nctandra sp., En las ecuaciones analizadas, la variable "X" correspondió a la edad de la planta en días y la variable "Y", a la altura de la planta. Elaborado por Ramos y Aviles, 2020.

En la Figura 7, la especie *Nectandra sp.* inicia con un crecimiento de su tallo con 7.8 mm su crecimiento aumenta paulatinamente que en los días 112 crece a 8.3 mm, en los 274 días crece a 9.2mm. Se evidencia su desarrollo en ajustes del método lineal y se registra un crecimiento total de 9.4 con una tasa de crecimiento de 0.006mm/d.

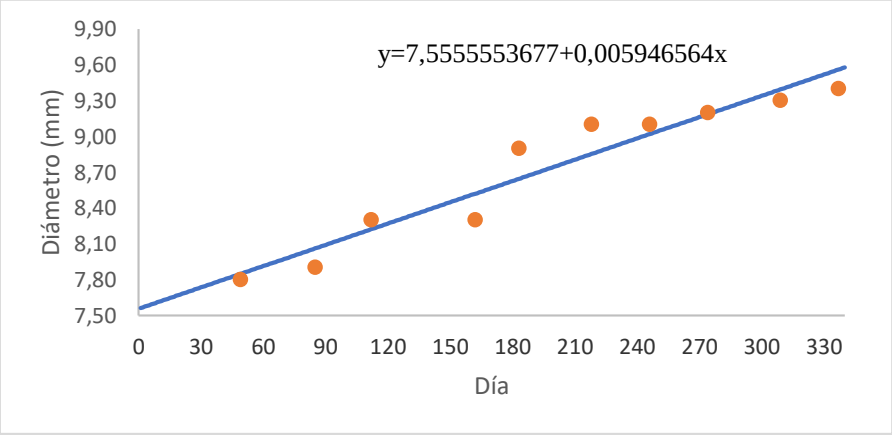


Figura 7. Crecimiento en diámetro del tallo de la planta Nectandra sp., En las ecuaciones analizadas, la variable "X" correspondió a la edad de la planta en días y la variable "Y", a la altura de la planta. Elaborado por Ramos y Aviles, 2020

4.4. Discusiones

Para determinar la supervivencia realizó una observación de la toma de datos de los cuarenta y nueves días desde la plantación de los individuos reforestados. A partir de entonces se evaluó a las especies cada mes durante trecientos setenta y siete días, se cuantificaba el número de plantas vivas en relación con las plantas establecidas en cada fila hasta finalizar su evaluación. En función de las medias la especie con mayor supervivencia es la *C. angustifolia* con un porcentaje del 75% (Tabla 2), a continuación, le sigue la *Nectandra sp*. con una tasa de 43% (Tabla 3). Sin embargo, la *Guadua angustifolia* evidencia el más bajo porcentaje de supervivencia con una tasa no mayor al 18% (Tabla 1).

La especie *C. angustifolia* tiene una tasa de supervivencia mayor al 50% (Tabla 2) y al tener este carácter mejora la eficacia en su desarrollo dando más oportunidades para sobrevivir (Salazar, 2016). En cambio, la tasa de supervivencia de la *G. angustifolia* es baja en este estudio, probablemente porque no se utilizó el método adecuado. Según, la Instituto Tecnico de capacitacion y productividad (2007), indica que las yemas de la guadua son sensibles a los cambios bruscos de plantación, temperatura, reduciendo el nivel de prendimiento.

Estudios realizados por Gallardo *et al.* (2008), indican que para obtener una tasa de supervivencia mayor al 85%, se debe aplicar el método de plántulas o chusquines. Del mismo modo, fueron observados por Giraldo & Sabogal (2007), quienes menciona al método chusquin como una mejor vía de programación. Esto se debe por ser una plántula completa que presenta un pequeño rizoma horizontal y sirve como órgano de reserva que favorecer su propagación con un resultado positivo de supervivencia (Lárraga *et al.*, 2011).

Además, de las condiciones edafológicas de las plantas se debe realizar análisis de suelo con la finalidad de obtener un buen prendimiento de las especies de bambú. Hidalgo López (1974), indica que los perfiles de suelos ideales son ricos en materia orgánica con buenos drenajes, húmedos, pero no inundables. 60% de los individuos desaparecieron en el proceso

El análisis de crecimiento de las especies vegetales se evaluaron los modelos para la medida altura y diámetro del tallo, de tal manera que los modelos lineales fueron significativos en el valor de “P”. La especie *C. angustifolia* presenta un crecimiento constante y en sus cuarenta nueves días su altura es de 59.9cm y a los 337 días alcanza su punto más alto a 87.1cm (Figura 1). Su diámetro inicial es de 6.7 mm y culmina su evaluación con 9.9 mm (Figura 4). Debido, que esta especie se características de crecimiento rápido y la capacidad de colonizar suelos pobres (Forrero & Romero, 2005).

En *G. angustifolia Kunth* se observa una tasa de crecimiento lento, su evaluación inicia con una altura de 24.5cm. Pero, en los trecientos treinta y siete días su altura no sobrepasa los 31.9cm (Figura 2). En relación a su diámetro no es probablemente significativo, es decir; en los cuarenta y nueve días es de 2.3mm y su evaluación final fue de 3.4mm (Figura 5). Su fase de renuevo o rebrote tarda ente 150 y 190 días (6 meses) y entre los 3 y 6 años de crecimiento, alcanza su máxima resistencia. En general puede llegar a dimensionar una altura entre 18 y 30 m, diámetros entre 8 y 18 cm, espesores entre 2 y 2.5 cm. "Con una Distancia entrenudos de 7 a 10 cm. en la base y de 25 a 35 cm. en el medio" (Velez, 2017, pág. 49).

La especie *Nectandra sp*. presenta un crecimiento inicial (49 días) de 56cm y a los 337 días su crecimiento más alto fue de 78.5cm (Figura 6). Además, su diámetro inicial es de 7.8mm y su evaluación final con 9.4mm (Figura 7). Su tasa de crecimiento en este estudio es progresiva y se caracteriza su crecimiento medio anual con un diámetro de 2,92mm/día, altura 2,26cm/día (Aguirre, Gaona, & Placios, 2014).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las especies *Guadua angustifolia Kunth, Calliandra angustifolia Spruce ex Benth y Nectandra sp.* muestran un crecimiento constante durante un periodo de 337 días desde los cuarenta y nueves días de su plantación. Lo cual se representa mediante el modelo lineal, mismo que presenta una mayor significancia y permite describir el crecimiento en base a la altura de la planta y diámetro del tallo de las especies reforestadas.

- La especie *C. angustifolia* posee un alta la tasa de crecimiento por obtener un desarrollo del 87.1cm, mientras que la *G. angustifolia* presento una baja tasa de crecimiento de 37.9cm en el periodo de trecientos setenta y siete días. Esto potencializa a la primera especie para su inserción en sistemas agroforestales o naturales, pudiendo concluir que se encontraban terminando su etapa de crecimiento inicial y empezando la fase de crecimiento constante durante el periodo evaluado.

- La tasa de supervivencia más alta se le atribuye a la especie *Calliandra angustifolia Spruce ex Benth* (Yutsu) por obtener un porcentaje del 75% de supervivencia, mientras que la de menor porcentaje es la *Guadua angustifolia Kunth* (Guadua) quien obtuvo un 18% de supervivencia, pero esto no excluye a la *Nectandra sp.* (Laurel). Ya que, no posee un porcentaje menor del cuarenta por ciento.

5.2. Recomendaciones

En temas en programas de reforestación y conservación de las cuencas hídricas de Pastaza las Instituciones competentes como el GADP, GADM y MAEA deben brindar un control y seguimiento para monitorear el estado se supervivencia de las especies, así como el estado de la zona reforestada de tal manera que garantice la conservación e incentivar a no realizar actividades agropecuarias en las riberas de los ríos para disminuir la pérdida de la cobertura vegetal del suelo como la calidad del agua.

6. REFERENCIAS

Abril, R., Ruíz, T., Alonso, J., & Cabrera, G. (2017). Propagation and initial growth of Brugmansia suaveolens, species with ethnoveterinary uses in the Amazon region of Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 51*(Number 3), 362. Obtenido de file:///C:/Users/user/Downloads/P.TITULACI%C3%92N/Nueva%20carpeta/757-1586-2-PB1.pdf

Abril, R., Ruiz, T., Alonso, J., & Cabrera, J. (2017). Crecimiento inicial de especies frutales en Napo, Ecuador. *Uniersidad de Costa Rica*, 279. Obtenido de Universidad de Costa Rica.

Aguirre, Z., Gaona, T., & Placios, B. (2014). *Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador.* El Padmi-Zamora Chinchipe: Universidad Nacional de Loja.

AQUASTAT, F. (22 de Enero de 2005). *AQUASTAT FAOs Global Information System-on Water and Agriculture*. Obtenido de AQUASTAT - Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura: https://www.researchgate.net/profile/Karen_Frenken/publication/237770996_Key_water_resources_statisitcs_in_AQUASTAT_FAO's_Global_Information_System_on_Water_and_Agriculture/links/552f87cd0cf2acd38cbbfe99/Key-water-resources-statisitcs-in-AQUASTAT-FAOs-Glo

Bravo, C., Marín, H. M., Ruiz, E., & Torres, B. (2017). *Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana* (Vol. 29).

Brink, D. (28 de 08 de 2019). *La Amazonía ecuatoriana, la más deforestada pero foco de otras amenazas*. Obtenido de Blog del Proyecto Lemu: http://bloglemu.blogspot.com/2019/08/la-amazonia-ecuatoriana-la-mas.html

Castañeda, D. (2010). Variables psicosociales y condiciones organizacionales. *ResearchGate*, 9.

Castañeda, M. B. (2010). *Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS.* Porto Alegre, Brasil: Edipucrs. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=XsxqTVs9-

2QC&oi=fnd&pg=PA8&dq=SPSS&ots=8N55kMPSmb&sig=HSH0el3PBlisTC6VV6nwa2KSkuE#v=onepage&q=SPSS&f=false

CASTRILLON, M. 2. (2000). *Comunidad Protectora del ambiente en San Cipriano.* Colombia.

CEPAL. (15 de Febrero de 2000). *Informe nacional sobre la gestion del agua en el ecuador.* Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: https://www.cepal.org/DRNI/proyectos/samtac/InEc00100.pdf

Cobos, F., & Rodríguez, L. (2007). *Propiedades físicas-mecánicas de la Guadua angustifolia Kunth y aplicación al diseño de baterias sanitarias del IASA II.* Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7665/1/33T0171.pdf

Díaz, A., Torres, V., Herrera, L., Fernández, & Sarduy, L. (2014). *Modelación de crecimiento de bovinos en pastoreo con.* Trop. : Zootec. .

Di-Benedetto, A., & Tognetti, J. (2016). Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *Rev. Investig. Agropecu., 42*((3)), 258-282.

FAO. (2007). *Estructura del Suelo*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/

FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos.* Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf

FAO. (07 de 09 de 2015). *La Evaluación de los recursos forestales mundiales.* Obtenido de http://www.fao.org/3/a-i4793s.pdf

FAO. (30 de 06 de 2017). *FAO en Ecuador*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: http://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/ru/c/901870/

FAO. (2018). *El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible.* Roma: Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Obtenido de http://www.fao.org/3/i9535es/i9535es.pdf

Farrel, A. (1977). *Funciones ecológica de los árboles en los ecosistemas.* México.

Fontaine, G., Quiñónez, I., & Cisneros, P. (2008). Informe sobre el estado del medio ambiente. *GeoEcuador*, 74-75.

Forrero, E., & Romero, C. (2005). *Estudios en leguminosas colombianas*. Bogotá: GUADALUPE LTDA. Obtenido de https://accefyn-dspace.metabiblioteca.org/bitstream/001/25/1/LEGUMINOSAS%201.pdf

GADPV. (27 de Octubre de 2000). *Diagnostico de la Parroquia Veracruz.* Obtenido de Secretaria Nacional de Informacion: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1660011370001_DIAGNOSTICO%20PARROQUIA%20VERACRUZ_14-05-2015_19-43-37.pdf

GADPV. (14 de 05 de 2015). *Diagnóstico Parroquial Veracruz.* Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Veracruz: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1660011370001_DIAGNOSTICO%20PARROQUIA%20VERACRUZ_14-05-2015_19-43-37.pdf

Gallardo, J. F. (2008). Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de Guadua angustifolia Kunth empleadas en la propagación. *Cultivos tropicales. 29 (1): 17-22, 29* ((1):), 17-22.

Garcia, L. E. (27 de Mayo de 1998). *Manejo integrado de los recursos hídricos.* Obtenido de Banco Interamericano de Desarollo: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manejo-integrado-de-los-recursos-h%C3%ADdricos-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf

Giraldo, H., & Sabogal, A. (2007). Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo. *Corporación Autónoma del Quíndio C.R.Q., Tercera edición*, 192. Obtenido de Propagación, manejo y silvicultura sostenible.

Hidalgo López, O. (1974). *Bambú; su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería, artesanía.* Cali - Colombia: Estudios técnicos.

INAB. (2003). *Metodología para la determinación de áreas críticas de recarga hídrica natural.* Obtenido de El Instituto Nacional de Bosques (INAB): http://portal.inab.gob.gt/images/centro_descargas/manuales_de_sistemas/Manual%20Probosque.pdf

INTECAP. (2007). *Manual Tecnico. Cultivo de Bambú.*

Lárraga. (2014). *Determinación del contenido hídrico del suelo.* Obtenido de Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias: http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/ecofisiologia/GUIA_AGUA.pdf

Lárraga, N., Gutiérrez, N., López, Pedraza, M., Vargas, J., Santos, G., & U., S. (mayo-agosto de 2011). Propagación vegetativa de tres especies de Bambú. *Ra Ximhai, Vol. 7*(Número 2), 210.

Lozano, F. (2001). Laurel, Nectandra sp. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35721

Lozano, P. (January de 2002). *Los Tipos de bosque en el sur del Ecuador.* Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/233936622_Los_tipos_de_bosque_en_el_sur_del_Ecuador

MAE. (04 de 2014). *Programa Nacional de Reforestación con Fines de Conservación Ambiental, Protección de Cuencas Hidrográficas y Beneficios Alternos*. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/04/reforestacion.pdf

MAGBMA, & FAO. (2004-2014). *Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial 2004-2014.*

Maldonado, C. L. (24 de Agosto de 2019). *La Amazonía Ecuatoriana, la más deforestada pero foco de otras amenazas*. Obtenido de https://www.efeverde.com/noticias/amazonia-ecuatoriana-deforestada-amenazas/

Martínez, E., Fuentes, J., & Acevedo, E. (2008). *Carbono Orgánico y Propiedades del Suelo.* Obtenido de Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal: https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcsuelo/v8n1/art06.pdf

Matos, R. J. (Julio de 2017). *Manual Técnico del Bambú para Productores (Guadua angustifolia kunth).* Obtenido de Universidad de Sassari – Fundación AVSI: https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2017/09/Manual%20Tecnico%20del%20Bambu%20para%20Productores.pdf

Matus, O., Faustino, J., & Jiménez, F. (2009). *Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica.* Obtenido de Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE: https://www.catie.ac.cr/attachments/article/542/Guia%20Identificacion%20ZRHidrica.pdf

MINAM. (29 de junio de 2014). Ley de mecanismo de retribuición por servicios ecosistemicos. *EL Peruano*, pág. 1. Obtenido de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/06/ley_302105_MRSE.pdf

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015.). *Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica.* Quito, Ecuador.

Moreno, E. J., Curtis, E., & Barnes, N. (2000). *Biología* (Sexta edic ed., Vol. S). Buenos Aires: Médica Panamericana.

Peñuela, L. A., & Carrillo, J. J. (17 de Marzo de 2012). *Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales.* Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n81/n81a3.pdf

Pitman, N., Jorgensen, P., Williams, R., Valencia., S., & R., L.-Y. &. (2002). *Extintion-Rate Estimates for a Modern Neotropical Flora. Conservation Biology.* Obtenido de Extintion-Rate Estimates for a Modern Neotropical Flora. Conservation Biology.

RAN. (Marzo de 2008). *Programa de modelos agroforestales para el desarollo sustentable de la agricultura familiar campecina.* Obtenido de Red Agroforestal Nacional: https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/21574/32107.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RIOS, S. (2004). *Centro Ibero Americano de la Biodiversidad.* University of Alemania.

Salazar, A. (2016). *Selección natural y epistemología evolucionista en K. Popper.* Bogotá-Colombia: Universidad Autónoma de Manizales.

Salisbury, F., & Ross, C. (1994). *Fisiología vegetal* (Cuarta edición ed.). México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Schlegel. (18 de Octubre de 2001). *Universidad Austral de Chile.* Obtenido de https://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/45_schlegel.PDF

Systat Software Inc. (2002). *Table Curve 2D.* Obtenido de version 5.01, [Windows 7], 100 C o FORTRAN, Krakow Poland, Available: <http://www.sigmaplot.co.uk/products/tablecurve2d/tablecurve2d.php>.

Torres, G., Patiño, L., Pérez, A., Rodríguez, A., Nava, S., & Rangel, M. (2017). . Sustrato como material de última generación:. *OmniaScience*.

TRAXCO. (23 de Diciembre de 2014). *Capacidad de retención de agua del suelo*. Obtenido de Componentes para sistemas de riego: https://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/retencion-de-agua-del-suelo

UEA. (2020). *Guía Metodológica para Proyectos de Investigación para Titulación y Trabajos de Integración Curricular.* Obtenido de Universidad Estatal Amazónica: https://teams.microsoft.com/_#/pdf/viewer/teams/https:~2F~2Fueaeduec.sharepoint.com~2Fsites~2FUnidaddeIntegracinCurricularAmbiental~2FDocumentos%20compartidos~2FGeneral~2FGUIA%20TITULACION%20E%20INTEGRACI%C3%93N%20CURRICULAR%20UEA%20Versi%C3%B3n%201.pdf?t

Velez, S. (21 de 06 de 2017). *Actualidad y futuro de la arquitectura de bambu en Colombia*. Obtenido de Símbolo y búsqueda de lo primitivo: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93442/06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf?sequence=6&isAllowed=y

WWAP. (19 de marzo de 2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019.* Obtenido de Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos: https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf

Yépez, M. R. (2015). Los recursos naturales y el manejo decuencas hidrográficas. *(tesis de Ingeniería).* Pontificia universidad católica del ecuador, Quito. Obtenido de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8749/LOS%20RECURSOS%20NATURALES%20Y%20EL%20MANEJO%20DE%20CUENCAS%20HIDROGR%C3%81FICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

7. ANEXOS

Rank 1 Eqn 1 y=a+bx

r² Coef Det	DF Adj r²	Fit Std Err	F-value
0.9752894345	0.9682292729	1.4326634073	315.74815496

Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	57.48296684	1.076238445	53.41099468	55.00115554	59.96477614	0.00000
b	0.087833084	0.004942967	17.76930373	0.076434582	0.099231587	0.00000

Area Xmin-Xmax	Area Precision
21437.208323	8.286326e-20

Function min	X-Value	Function max	X-Value
61.786794514	49.000085836	87.082715266	337.00000000
1st Deriv min	X-Value	1st Deriv max	X-Value
0.0878330843	57.640106100	0.0878330843	63.400106100
2nd Deriv min	X-Value	2nd Deriv max	X-Value
0.0000000000	60.520106100	0.0000000000	66.280105393

Soln Vector
Direct

Covar Matrix
LUDecomp

r² Coef Det	DF Adj r²	Fit Std Err	Max Abs Err
0.9752894345	0.9682292729	1.4326634073	2.7694217709

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Statistic	P>F
Regr	648.0808	1	648.0808	315.748	0.00000
Error	16.420196	8	2.0525244		
Total	664.501	9			

Anexo 1. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en altura de Calliandra angustifolia. Modelo obtenido mediante el table Curve 2D / Elaborado por Ramos y Aviles.



Anexo 2. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Calliandra angustifolia obtenida de los datos de muestreo / Elaborado por Ramos y Aviles.

Rank 1 Eqn 1 y=a+bx

r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	F-value
0.4470561189	0.2890721529	2.2531415602	6.4680143381

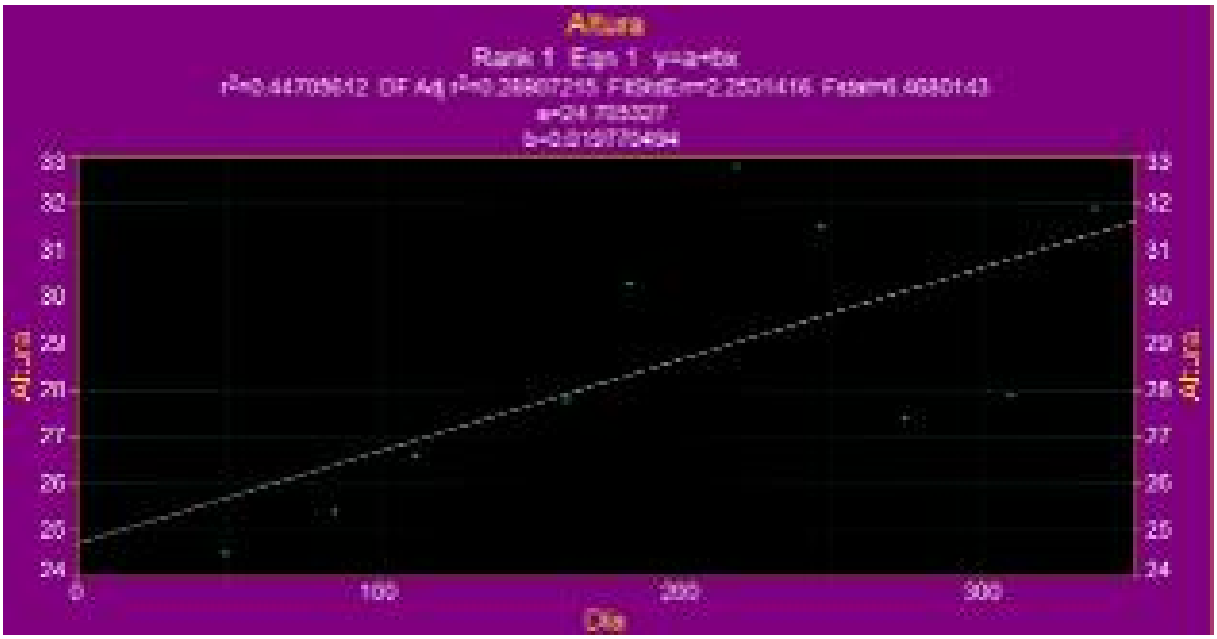
Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	24.70532744	1.692594057	14.59613269	20.80219856	28.60845633	0.00000
b	0.019770494	0.007773776	2.543229116	0.001844134	0.037696854	0.03454

Area Xmin-Xmax	Area Precision		
8214.0574398	0.0000000000		
Function min	X-Value	Function max	X-Value
25.674083345	49.000085836	31.367983906	337.00000000
1st Deriv min	X-Value	1st Deriv max	X-Value
0.0197704939	49.000071171	0.0197704939	49.000085836
2nd Deriv min	X-Value	2nd Deriv max	X-Value
0.0000000000	49.000054004	0.0000000000	49.000085836

Soln Vector	Covar Matrix		
Direct	LUDecomp		
r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	Max Abs Err
0.4470561189	0.2890721529	2.2531415602	3.7847048740

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Statistic	P>F
Regr	32.835825	1	32.835825	6.46801	0.03454
Error	40.613175	8	5.0766469		
Total	73.449	9			

Anexo 3. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en altura de la especie Guadua angustifolia. Modelo obtenido mediante el table Curve 2D / Elaborado por Ramos y Aviles.



Anexo 4. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Guadua angustifolia obtenida de los datos de muestreo / Elaborado por Ramos y Aviles.

Rank 1 Eqn 1 y=a+bx

r² Coef Det	DF Adj r²	Fit Std Err	F-value
0.9222619918	0.9000511324	0.1769159844	94.909763061

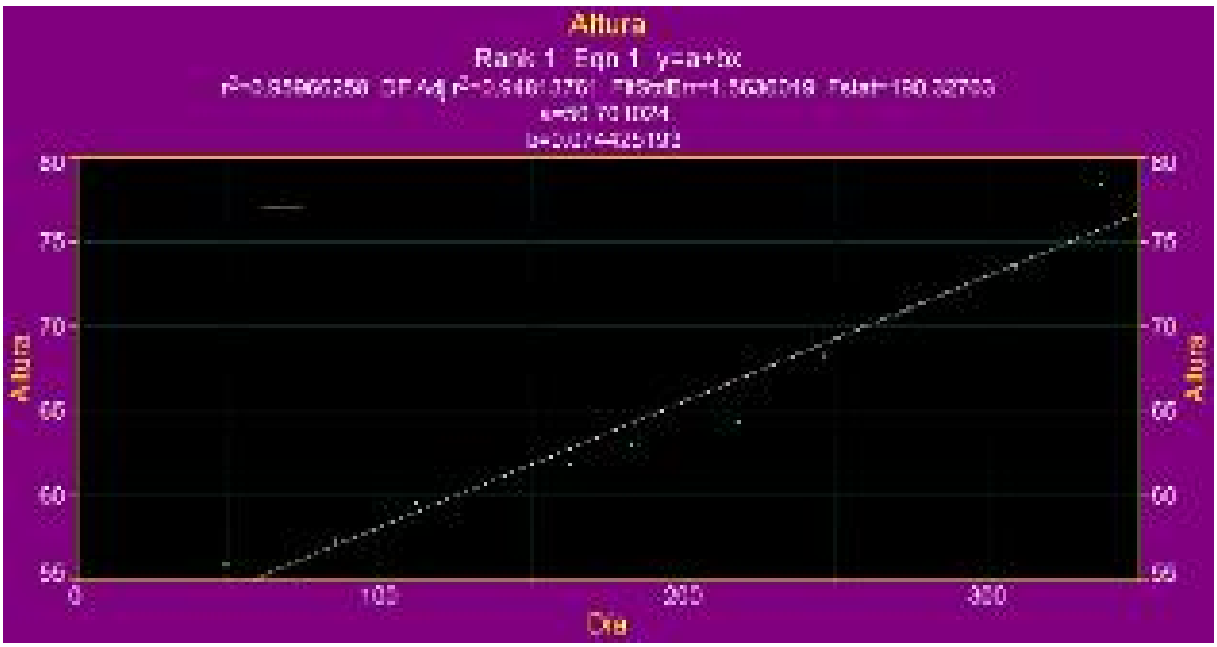
Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	7.555553677	0.132901966	56.85057857	7.249081194	7.862026161	0.00000
b	0.005946564	0.000610395	9.742164188	0.004538991	0.007354136	0.00001

Area Xmin-Xmax	Area Precision		
2506.5332535	0.0000000000		
Function min	X-Value	Function max	X-Value
7.8469358071	49.000085836	9.5595456304	337.00000000
1st Deriv min	X-Value	1st Deriv max	X-Value
0.0059465637	109.48016829	0.0059465637	190.12025932
2nd Deriv min	X-Value	2nd Deriv max	X-Value
0.0000000000	69.160102513	0.0000000000	83.560088113

Soln Vector	Covar Matrix		
Direct	LUDecomp		
r² Coef Det	DF Adj r²	Fit Std Err	Max Abs Err
0.9222619918	0.9000511324	0.1769159844	0.2562251731

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Statistic	P>F
Regr	2.9706059	1	2.9706059	94.9098	0.00001
Error	0.25039412	8	0.031299266		
Total	3.221	9			

Anexo 5. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en altura de la especie Nectandra sp. . Modelo obtenido mediante el table Curve 2D / Elaborado por Ramos y Aviles.



Anexo 6. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Nectandra sp, obtenida de los datos de muestreo / Elaborado por Ramos y Aviles.

Rank 1 Eqn 1 y=a+bx

r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	F-value
0.8317599002	0.7836913003	0.3886084399	39.551089253

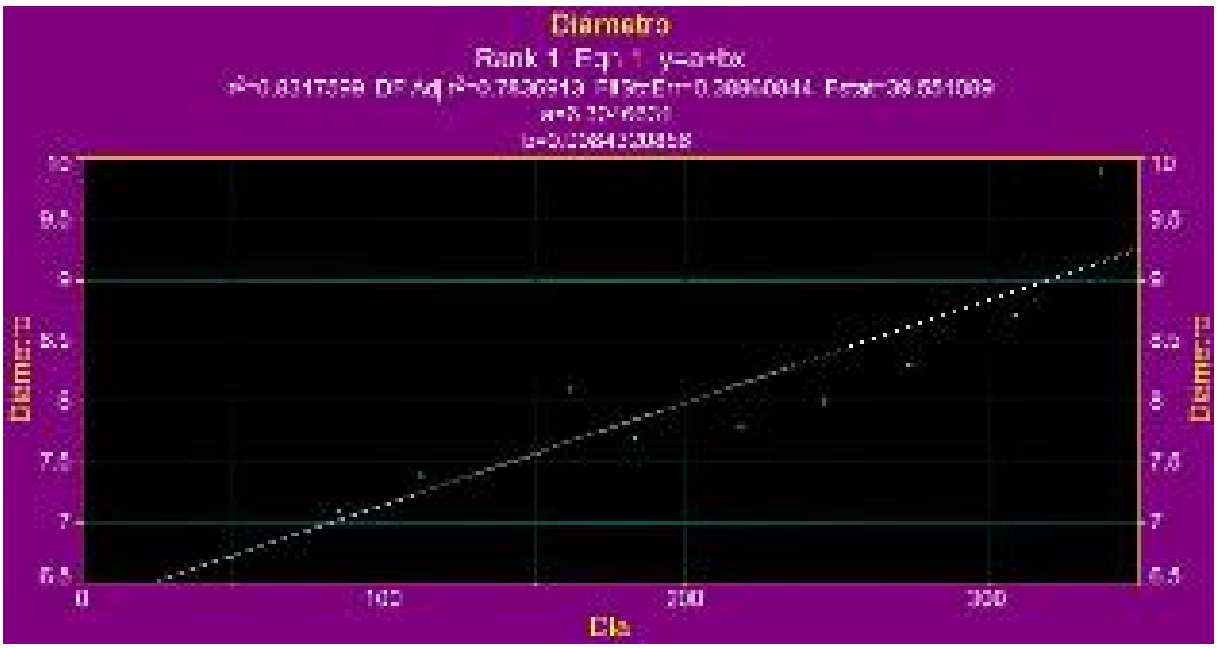
Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	6.304663092	0.291928544	21.59659689	5.631474662	6.977851521	0.00000
b	0.008432086	0.001340775	6.288965674	0.005340254	0.011523917	0.00024

Area Xmin-Xmax	Area Precision		
2284.4320170	0.0000000000		
Function min	X-Value	Function max	X-Value
6.7178360103	49.000085836	9.1462759429	337.00000000
1st Deriv min	X-Value	1st Deriv max	X-Value
0.0084320856	210.28023916	0.0084320856	250.60044945
2nd Deriv min	X-Value	2nd Deriv max	X-Value
0.0000000000	230.44044945	0.0000000000	190.12025932

Soln Vector	Covar Matrix		
Direct	LUDecomp		
r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	Max Abs Err
0.8317599002	0.7836913003	0.3886084399	0.7537240571

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Statistic	P>F
Regr	5.9728678	1	5.9728678	39.5511	0.00024
Error	1.2081322	8	0.15101652		
Total	7.181	9			

Anexo 7. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en diámetro del tallo de la especie Calliandra angustifolia.



Anexo 8. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Calliandra angustifolia.

Rank 1 Eqn 1 y=a+bx

r² Coef Det	DF Adj r²	Fit Std Err	F-value
0.94284333729	0.9265129080	0.0871884821	131.96627170

Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	2.257502217	0.065497308	34.46709932	2.106465154	2.408539280	0.00000
b	0.003455685	0.000300817	11.48765736	0.002761999	0.004149371	0.00000

Area Xmin-Xmax	Area Precision
842.24143227	6.590883e-20

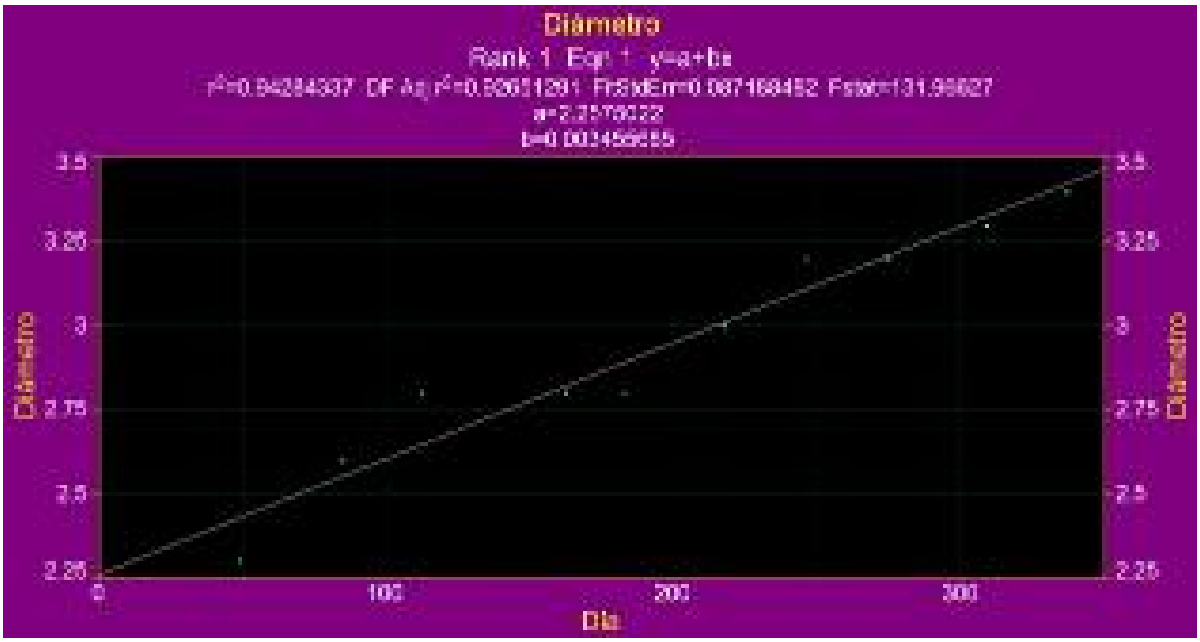
Function min	X Value	Function max	X Value
2.4268310776	49.000065836	3.4220680543	337.00000000
1st Deriv min	X-Value	1st Deriv max	X-Value
0.0034566850	49.000071171	0.0034566850	313.96058177
2nd Deriv min	X-Value	2nd Deriv max	X-Value
0.0000000000	268.04043918	0.0000000000	302.44042478

Soln Vector	Covar Matrix
Direct	LUDecomp

r² Coef Det	DF Adj r²	Fit Std Err	Max Abs Err
0.94284333729	0.9265129080	0.0871884821	0.1554610655

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Statistic	P>F
Regr	1.0031853	1	1.0031853	131.966	0.00000
Error	0.060814651	8	0.0076018314		
Total	1.064	9			

Anexo 9. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en diámetro del tallo de la especie Guadua angustifolia Kunth..



Anexo 10. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Guadua angustifolia Kunth.

Rank 1 Eqn 1 y=a+bx

r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	F-value
0.9222619918	0.9000511324	0.1769159844	94.909763061

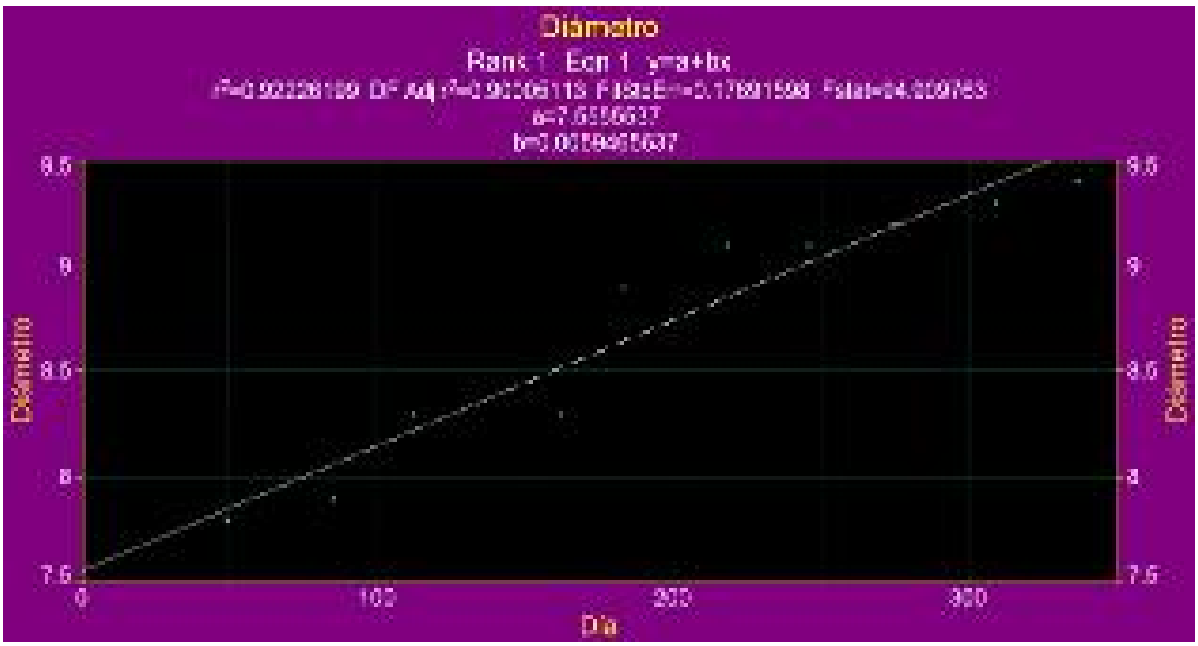
Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	7.555553677	0.132901966	56.85057857	7.249081194	7.862026161	0.00000
b	0.005946564	0.000610395	9.742164188	0.004538991	0.007354136	0.00001

Area Xmin-Xmax	Area Precision		
2506.5332535	0.0000000000		
Function min	X-Value	Function max	X-Value
7.8469358071	49.000085836	9.5595456304	337.00000000
1st Deriv min	X-Value	1st Deriv max	X-Value
0.0059465637	109.48016829	0.0059465637	190.12025932
2nd Deriv min	X-Value	2nd Deriv max	X-Value
0.0000000000	69.160102513	0.0000000000	83.560088113

Soln Vector	Covar Matrix		
Direct	LUDecomp		
r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	Max Abs Err
0.9222619918	0.9000511324	0.1769159844	0.2562251731

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Statistic	P>F
Regr	2.9706059	1	2.9706059	94.9098	0.00001
Error	0.25039412	8	0.031299266		
Total	3.221	9			

Anexo 11. Resumen numérico del modelo matemático lineal para el crecimiento en diámetro del tallo de Nectandra sp.



Anexo 12. Revisión de ajustes de la curva de crecimiento en altura de la especie Nectandra sp.

Anexo 13. Modelos evaluados de crecimiento en altura y diámetro del tallo de las especies Calliandra angustifolia, Guadua angustifolia y Nectandra sp.

Variable	Especie	Modelo Signif.	Significancia P>F	R2	SE (±)	Criterio	Significación de los parámetros a	b
Altura	*Calliandra agustifolia*	**Lineal**	**<0,001*** **	**0,98**	**1,43**	**Valor estimado**	**57,48**	**0,09**
						SE (±)	**1,07**	**0,00**
						valor de P	**<0,0001*** **	**<0,0001*** **
		Quadratic	<0,001***	0,91	2,69	Valor estimado	64,64	0,00
						SE (±)	1,4	0
						valor de P	<0,0001***	0,00002
		Cubic	<0,001***	0,82	3,81	Valor estimado	67,34	0,000001
						SE (±)	1,71	0,000000097
						valor de P	<0,0001***	0,00028
	Guadua agustifolia	**Lineal**	**0,03454**	**0,44**	**2,25**	**Valor estimado**	**24,71**	**0,02**
						SE (±)	**1,69**	**0,01**
						valor de P	**<0,0001*** **	**0,03454**
		Quadratic	0,081	0,33	2,48	Valor estimado	26,57	0,00004
						SE (±)	1,29	0,00002
						valor de P	<0,0001***	0,08100
		Cubic	0,14339	0,03	2,63	Valor estimado	27,25	0,0000001
						SE (±)	1,18	0,00000007
						valor de P	<0,0001***	0,14339
	Nectandra sp.	**Lineal**	**<0,001*** **	**0,96**	**1,56**	**Valor estimado**	**50,70**	**0,07**
						SE (±)	**1,17**	**0,01**
						valor de P	**<0,0001*** **	**<0,0001*** **
		Quadratic	<0,001***	0,99	0,75	Valor estimado	56,33	0,000191
						SE (±)	0,39	0,000007
						valor de P	<0,0001***	<0,0001***
		Cubic	<0,001***	0,96	1,52	Valor estimado	58,49	0,0000005
						SE (±)	0,68	0,00000004
						valor de P	<0,0001***	<0,0001***
Diámetro	*Calliandra agustifolia*	**Lineal**	**0,000**	**0,83**	**0,39**	**Valor estimado**	**6,30**	**0,01**
						SE (±)	**0,29**	**0,00134**
						valor de P	**<0.0001**	**0,00024**
		Quadratic	0,000	0,86	0,35	Valor estimado	6,94	0,00002
						SE (±)	0,182207085	0,000003
						valor de P	<0.0001	<0.0001
		Cubic	0,000	0,87	0,35	Valor estimado	7,172843453	0,0000001
						SE (±)	0,156442197	0,00000001
						valor de P	<0.0001	<0.0001
	Guadua agustifolia	**Lineal**	**0,000**	**0,94**	**0,09**	**Valor estimado**	**2,26**	**0,00**
						SE (±)	**0,07**	**0,00**
						valor de P	**<0.0001**	**<0.0001**
		Quadratic	0,000	0,88	0,13	Valor estimado	2,54	0,000008
						SE (±)	0,07	0,000001
						valor de P	<0.0001	<0.0001
		Cubic	0,001	0,79	0,17	Valor estimado	2,65	0,00000002
						SE (±)	0,08	0,000000004
						valor de P	<0.0001	0,00059
	Nectandra sp.	**Lineal**	**0,000**	**0,92**	**0,18**	**Valor estimado**	**7,56**	**0,01**
						SE (±)	**0,13**	**0,00**
						valor de P	**<0.0001**	**<0.0001**
		Quadratic	0,000	0,82	0,26	Valor estimado	8,06	0,000014
						SE (±)	0,14	0,0000000
						valor de P	<0.0001	0,00029
		Cubic	0,002	0,71	0,34	Valor estimado	8,25	0,000000004
						SE (±)	0,15	0,00000001
						valor de P	<0.0001	0,00234