



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) EN LA  
PROVINCIA DE COTOPAXI”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero  
Agrónomo

**Autor:**

Cuchipe Cuchipe Edwin Medardo

**Tutora:**

Ilbay Yupa Mercy Lucila, Ing. Ph.D.

**LATACUNGA - ECUADOR**

**AGOSTO – 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Cuchipe Cuchipe Edwin Medardo, con cédula de ciudadanía No. 055025566-5, declaro ser autor del presente proyecto de Investigación “Distribución espacial del Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la provincia de Cotopaxi”, siendo la Ingeniera Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila, Tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Edwin Medardo Cuchipe Cuchipe  
Estudiante  
CC: 055025566-5

Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.  
Docente Tutora  
CC: 0604147900

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CUCHIPE CUCHIPE EDWIN MEDARDO**, identificado con cédula de ciudadanía **055025566-5** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Distribución espacial del Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la provincia de Cotopaxi”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: octubre 2018 – marzo 2019

Finalización de la carrera: abril 2022 – agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutora: Ingeniera Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila

Tema: “Distribución espacial del Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la provincia de Cotopaxi”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de agosto del 2022.

Edwin Medardo Cuchipe Cuchipe

**EL CEDENTE**

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.”**, de Cuchipe Cuchipe Edwin Medardo, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 22 de agosto de 2022

Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.

**DOCENTE TUTORA**

**CC: 0604147900**

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Cuchipe Cuchipe Edwin Medardo, con el título del Proyecto de Investigación: **“DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de agosto de 2022

Lector 1 (Presidente)  
Ing. Wilman Chasi Vizuete, Mg.  
CC: 0502409725

Lector 2  
Ing. Marco Rivera Moreno, M.Sc.  
CC: 0501518955

Lector 3  
Ing. David Carrera Molina, Mg.  
CC: 0502663180

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, por cuidarme, por brindarme una buena salud, por brindarme la sabiduría necesaria para vencer todos los obstáculos presentados a lo largo del camino de la carrera universitaria.

Quiero agradecer a toda mi familia quienes han sido un pilar fundamental y apoyo incondicional en todo momento, guiándome por un camino del bien, a mi padre que con sus consejos de vida me ha enseñado que siempre debo perseverar y cumplir todos los sueños que me proponga, a mi madre que me ha enseñado a ser una persona respetuosa y humilde a pesar de todas las circunstancias, a mi hermano que con sus consejos me ayudó a tomar las mejores decisiones y finalmente quiero agradecer a mi hermana y a mi cuñado quienes en los momentos más difíciles de mi vida universitaria me apoyaron tanto en lo económico como moralmente.

Agradezco a la Ing. Ph. D Mercy Ilbay quien con su experiencia y conocimientos me ha sabido ayudar en varias incógnitas durante este periodo, por sus aportes durante la realización del proyecto y por confiar en que el trabajo va a ser realizado correctamente.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades, docentes y personal quienes hacen a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por impartir sus conocimientos y por brindarme la oportunidad de cumplir este sueño tan anhelado de ser Ingeniero Agrónomo.

Edwin Medardo Cuchipe Cuchipe

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de titulación se lo dedico primeramente a Dios, por brindarme la fuerza, sabiduría y muchas bendiciones que me permitieron culminar la carrera universitaria.

A mis padres Humberto Cuchiye y Rosa Cuchiye quienes, a pesar de los problemas presentados en el transcurso del camino, con su amor, paciencia y apoyo incondicional tanto en lo económico como moralmente durante mi carrera universitaria, por inculcarme valores y virtudes que me permitieron ser una mejor persona, me han permitido alcanzar una meta más en mí vida.

A mi hermana Yolanda Cuchiye quien, ha sido un pilar fundamental durante todo este proceso de mi formación personal y profesional impulsándome a que cada día logre superarme todos los obstáculos que se presente en la vida.

Edwin Medardo Cuchiye Cuchiye



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

**AUTOR:** Cuchipe Cuchipe Edwin Medardo

**RESUMEN**

Guarango (*Caesalpinia spinosa*), es un árbol que crece en los Bosques Secos Andinos y que es conocido por las comunidades de la sierra central de Ecuador por sus enormes beneficios como fijar nitrógeno y restaurar suelos degradados. En esta investigación se determinó la distribución espacial del guarango en la provincia de Cotopaxi. La caracterización de árbol del guarango se basó en las variables altura, diámetro altura pecho, diámetro de copa, estado fitosanitario, mes de floración y fructificación, variables que fueron analizadas por estadística descriptiva. También se evaluó la distribución y concentración de guarango en los diferentes sectores, parroquias y cantones de la provincia. Los resultados determinan que el árbol se encuentra distribuido en los cantones Salcedo, Latacunga y Pujili. Sin embargo, la mayor concentración de árboles de guarango se encuentra en cantón Salcedo parroquia Panzaleo en el sector Jacho. El guarango en la provincia de Cotopaxi tiene una altura media  $4 \pm 1,82\text{m}$ ; el diámetro altura pecho es  $0,28 \pm 0,23 \text{ m}$ ; diámetro copa es  $3 \pm 1,71\text{m}$ . Las mismas se encuentran en quebradas, a lado de vías y también en linderos, son resistentes a plagas y enfermedades, la floración se presenta en los meses de octubre a noviembre (primer periodo) y de abril a mayo (segundo periodo) y la fructificación en los meses de enero a febrero (primer período) y julio a agosto (segundo periodo). Se determinó que las poblaciones de árboles son pequeños ya que las condiciones en las que se encuentran no son favorables para su buen desarrollo, donde no existe manejo agronómico: falta de abonamiento oportuno, deshierba, riego, aplicaciones fitosanitarias y podas.

**Palabras clave:** *Caesalpinia spinosa*, guarango, características, distribución espacial, Provincia de Cotopaxi.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: "SPACE DISTRIBUTION OF THE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) IN THE PROVINCE OF COTOPAXI".**

**AUTHOR: Cuchiye Cuchiye Edwin Medardo**

**ABSTRACT**

Guarango (*Caesalpinia spinosa*) is a tree that grows in the dry Andean forests and is known by the communities of the central highlands of Ecuador for its enormous benefits such as fixing nitrogen and restoring degraded soils. In this research, the spatial distribution of guarango in the province of Cotopaxi was determined. The characterization of the guarango tree was based on the variables height, breast height diameter, crown diameter, phytosanitary status, and month of flowering and fruiting, variables that were analyzed by descriptive statistics. The distribution and concentration of guarango in the different sectors, parishes and cantons of the province was also evaluated. The results show that the tree is distributed in the cantons of Salcedo, Latacunga and Pujili. However, the highest concentration of guarango trees is found in Salcedo canton, Panzaleo parish, and in Jacho sector. The guarango in Cotopaxi province has an average height of  $4 \pm 1.82$  m; the diameter at breast height is  $0.28 \pm 0.23$  m; crown diameter is  $3 \pm 1.71$  m. They are found in ravines, along roadsides and also on borders, they are resistant to pests and diseases, flowering occurs in the months of October to November (first period) and from April to May (second period) and fruiting in the months of January to February (first period) and July to August (second period). It was determined that the tree populations are small because the conditions in which they are found are not favorable for their good development, where there is no agronomic management: lack of timely fertilization, weeding, irrigation, phytosanitary applications and pruning.

**Key words:** *Caesalpinia spinosa*, guarango, characteristics, spatial distribution, Cotopaxi Province.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
6. OBJETIVOS .....	4
6.1. Objetivo General .....	4
6.2. Objetivos Específicos .....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	4
8. FUNDACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	5
8.1. Clasificación Taxonómica del Guarango ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ) .....	5

8.1.1.	Origen.....	5
8.1.2.	Clasificación botánica.....	5
8.1.3.	Características botánicas .....	5
8.1.4.	Distribución geoespacial.....	7
8.1.5.	Ecología y adaptación.....	7
8.1.6.	Usos y aplicaciones .....	8
8.2.	Distribución espacial .....	9
8.2.1.	Sistema de Posicionamiento Global (GPS) .....	9
8.2.2.	ArcGIS.....	9
8.3.	Inventario forestal .....	9
8.3.1.	Fases del inventario .....	10
8.3.2.	Tipos de inventarios forestales .....	10
8.4.	Dasometría.....	11
8.4.1.	Variables de las mediciones .....	12
8.4.2.	Instrumentos para la medición.....	12
8.5.	Medición del diámetro y la altura de los árboles .....	13
8.5.1.	Diámetro (DAP).....	13
8.5.2.	Altura.....	14
9.	PREGUNTA CIENTÍFICA .....	16
10.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	16
10.1.	Área de estudio.....	16

10.2.	Inventario de Guarango en la provincia de Cotopaxi .....	18
10.3.	Caracterización de árbol del Guarango.....	19
10.3.1.	Ubicación del árbol .....	19
10.3.2.	Altura del árbol .....	19
10.3.3	Diámetro a la Altura Pecho (DAP) .....	19
10.3.4	Diámetro de copa .....	20
10.3.5	Estado fitosanitario .....	20
10.3.6	Mes de floración.....	20
10.3.7	Mes de fructificación .....	21
10.4	Análisis estadístico.....	21
10.4.1	Distribución de frecuencias .....	21
10.4.2	Medidas de tendencia central .....	22
10.4.3	Medidas de dispersión .....	23
10.4.4	Medidas de posición para datos agrupados y no agrupados: percentiles, deciles y cuartiles 24	
10.5	Identificación de la distribución espacial del Guarango en la provincia de Cotopaxi. 25	
11	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
11.1	Característica de árbol del Guarango.....	25
11.1.1	Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa en Salcedo .....	26
11.1.2	Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa en Latacunga .....	26
11.1.3	Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa en Pujilí .....	27

11.1.4	Análisis de las características del árbol del Guarango en Cotopaxi. ....	28
11.2	Distribución espacial del Guarango en la provincia de Cotopaxi.....	31
11.2.1	Altura del árbol .....	31
11.2.2	Diámetro Altura del Pecho (DAP).....	35
11.2.3	Diámetro de copa .....	38
11.2.4	Análisis de la distribución espacial del Guarango en Cotopaxi .....	41
12	IMPACTOS .....	43
12.1	Sociales .....	43
12.2	Ambientales.....	43
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
13.1	Conclusiones .....	44
13.2	Recomendaciones .....	44
14	BIBLIOGRAFÍA.....	45
15	ANEXOS.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Actividades y sistema de tareas en relación con los objetivos planteados.....	4
<b>Tabla 2.</b>	Medición de la altura de los árboles en situaciones especiales.....	15
<b>Tabla 3.</b>	Tipos de frecuencias.....	21
<b>Tabla 4.</b>	Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa - Salcedo .....	26
<b>Tabla 5.</b>	Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa – Latacunga.....	27

<b>Tabla 6.</b> Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa – Pujilí .....	27
<b>Tabla 7.</b> Frecuencia altura del árbol.....	32
<b>Tabla 8.</b> Frecuencia DAP.....	35
<b>Tabla 9.</b> Frecuencia diámetro de copa .....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tipos de inventarios forestales .....	11
<b>Figura 2.</b> Partes de un árbol .....	12
<b>Figura 3.</b> Diámetro 1 y 2 para DAP.....	13
<b>Figura 4.</b> Medición del DPA en casos especiales .....	14
<b>Figura 5.</b> Variables de altura de árboles.....	15
<b>Figura 6.</b> Mapa de división político administrativa de la provincia de Cotopaxi. ....	18
<b>Figura 7.</b> Altura, Dap, diámetro medio del guarango en Cotopaxi .....	29
<b>Figura 8.</b> Estado Fitosanitario .....	29
<b>Figura 9.</b> Etapa actual del Guarango (Fructificación) .....	30
<b>Figura 10.</b> Ubicación de árboles de Guarango .....	31
<b>Figura 11.</b> Altura del árbol – Salcedo.....	33
<b>Figura 12.</b> Altura del árbol - Latacunga.....	34
<b>Figura 13.</b> Altura del árbol - Pujilí .....	35
<b>Figura 14.</b> DAP del árbol - Salcedo.....	36
<b>Figura 15.</b> DAP del árbol - Latacunga .....	37

<b>Figura 16.</b> DAP del árbol - Pujilí .....	38
<b>Figura 17.</b> Diámetro de la copa del árbol - Salcedo.....	39
<b>Figura 18.</b> Diámetro de la copa del árbol – Latacunga .....	40
<b>Figura 19.</b> Diámetro de la copa del árbol – Pujilí.....	41
<b>Figura 20.</b> Coeficiente de correlación entre altura y diámetro de copa. ....	42
<b>Figura 21.</b> Distribución del Guarango en la provincia de Cotopaxi.....	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Aval de traducción .....	52
<b>Anexo 2.</b> Matriz de inventario del Guarango .....	53
<b>Anexo 3.</b> Fotos realizadas las encuestas a los propietarios de los árboles del Guarango. ....	54
<b>Anexo 4.</b> Matriz de caracterización del Guarango.....	54
<b>Anexo 5.</b> Toma de las coordenadas geográficas del árbol del Guarango. ....	55
<b>Anexo 6.</b> Toma de la altura del árbol del Guarango .....	55
<b>Anexo 7.</b> Toma del diámetro pecho del árbol del Guarango. ....	56
<b>Anexo 8.</b> Recolección de datos de diámetro de copa.....	56
<b>Anexo 9.</b> Estado fitosanitario de la planta .....	57
<b>Anexo 10.</b> Floración de la planta .....	57
<b>Anexo 11.</b> Fructificación de la planta.....	58



## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del proyecto:**

Distribución espacial del Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la provincia de Cotopaxi.

<b>Tipo de proyecto:</b>	Conservación del suelo.
<b>Fecha de inicio:</b>	Abril 2022
<b>Fecha de finalización:</b>	Agosto 2022
<b>Lugar de ejecución:</b>	Provincia de Cotopaxi
<b>Unidad Académica que auspicia:</b>	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
<b>Carrera que auspicia:</b>	Ingeniería Agronómica
<b>Proyecto de investigación vinculado:</b>	Sector Agrícola
<b>Equipo de trabajo:</b>	Ingeniera Ph.D Mercy Lucila Ilbay Yupa Sr. Edwin Medardo Cuchiye Cuchiye
<b>Área de conocimiento:</b>	Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo de Seguridad Alimentaria
<b>Sub líneas de investigación:</b>	Producción Agrícola Sostenible
<b>Línea de vinculación:</b>	Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Guarango, guaranga, tara o campeche, es el nombre común que se le asigna a la especie (*Caesalpinia spinosa*), un árbol que crece en los Bosques Secos Andinos y que es conocido por las comunidades de la sierra central de Ecuador por sus enormes beneficios. Es una especie versátil, la cual fija nitrógeno en los suelos y restaura suelos degradados, además son varios y tradicionales los usos que se les da a sus hojas, mientras que sus vainas son muy demandadas en la industria alimentaria, farmacéutica y curtiduría internacional (Fondo de Inversión Ambiental Sostenible, 2022).

El presente estudio tiene como propósito establecer la distribución espacial del Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la provincia de Cotopaxi. Esto, a través de una la característica de árbol del guarango, y de la identificación espacial de la planta en la provincia.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Es de suma importancia conocer la distribución de una planta debido a que con ello se determina el proceso de ordenamiento de los elementos que son parte del sistema productivo en el espacio físico. De este modo, se pueden alcanzar y lograr los objetivos de producción propuestos de una manera más eficiente y adecuada (Chase & Jacobs, 2014; Krajewski, Malhotra, & Ritzman, 2015 citado en Pérez, 2016).

Para las empresas u organizaciones contar con herramientas o procedimientos que permitan realizar la evaluación del desempeño de la distribución actual de las plantas, es una de las ventajas primordiales; principalmente debido a que, con estudios enfocados en la distribución, se pueden realizar diagnósticos oportunos para la redistribución de la planta, si fuera necesario, y con ello contribuir a la productividad (Pérez, 2016).

Es necesario mencionar que uno de los organismos que serán favorecidos con la ejecución de este análisis, es la Fundación Heifer, debido a que uno de sus proyectos tiene como fin, establecer la remanencia de árboles de guarango (*Caesalpineia spinosa*), así como zonificar sus respectivas áreas para conocer el potencial de zonas de producción y restauración, en base a los relictos naturales del bosque seco. Con ello se puede beneficiar a los pequeños productores con exportaciones que se pretenden realizar a corto y largo plazo.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

##### **Beneficiarios Directos:**

Los beneficiarios directos del estudio son las comunidades de la provincia que trabajan con el Guarango.

##### **Beneficiarios Indirectos:**

Los beneficiarios indirectos corresponden al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Heifer y la UTC.

#### **5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En el Ecuador, la remanencia de matorral seco con dominancia de guarango es relativamente alta, pero dispersa. La protección de la especie varía dependiendo el lugar o el sector. Sin embargo, la conservación de la planta es urgente debido a que aún existe remanencia. Además, no existe una lista inventariada que pueda otorgar una idea aproximada del tamaño total de la remanencia en el país, por lo que puede ser más importante de lo que se pensaba (Larrea, 2010).

Igualmente, a nivel nacional el uso de derivados del Guarango se concentra principalmente en la producción artesanal de diversos productos. No obstante, los múltiples usos de la planta no tienen mayor conocimiento nacional, por lo que, no existe un mercado estable para compradores y vendedores de vainas de Guarango (Narváez et al., 2009).

Es por esto, que el MAATE, por medio del área de gestión de Sistemas Productivos del Programa REM Ecuador, se ha enfocado en la ejecución de un proyecto que reúne a productores y productoras de vaina de Guarango de Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura, Pichincha, Carchi para invertir en su beneficio (Fondo de Inversión Ambiental Sostenible, 2022).

Como aporte a los esfuerzos por conocer y aprovechar el Guarango, en la provincia de Cotopaxi surge un problema, el cual corresponde a la ausencia de registros acerca de la distribución espacial de árbol del Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en varios cantones de la provincia. De hecho, la Fundación Heifer requiere establecer la remanencia de árboles para con ello disponer de una base de datos espacialmente referenciada de productores, así como de su capacidad

productiva en cada territorio. Del mismo modo, mediante la zonificación de las áreas de Guarango, se puede conocer el potencial de zonas de producción y restauración, tomando en consideración los relictos naturales del bosque seco, para establecer un mercado de esta planta.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo General

Determinar la distribución espacial del Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la provincia de Cotopaxi.

### 6.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el árbol del Guarango en la provincia de Cotopaxi.
- Identificar la distribución espacial del Guarango en la provincia de Cotopaxi.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas en relación con los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado	Medios de verificación
Caracterizar el árbol del Guarango en la provincia de Cotopaxi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Delimitación del área de estudio.</li> <li>○ Recolección de datos del árbol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Datos de la planta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fotografías.</li> <li>○ Anotaciones de campo.</li> </ul>
Identificar la distribución espacial del Guarango en la Provincia de Cotopaxi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Identificación de coordenadas de las zonas con Guarango.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mapa de distribución espacial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Georreferenciación.</li> </ul>

Elaborado por: Cuchiye (2022)

## 8. FUNDACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 8.1. Clasificación Taxonómica del Guarango (*Caesalpinia spinosa*)

#### 8.1.1. Origen

Se denomina Guarango (*Caesalpinia spinosa*), a la especie nativa de Perú, que se encuentra ampliamente distribuida en América Latina, y se la considera como una planta ideal para la cobertura de suelos propensos a erosión y los programas de agroforestería (Fabara, 2012). Esta planta arbórea también es conocida como Taya o Tara en Perú, y como Campeche o vinillo en Ecuador, es perenne y pertenece a la familia de las *Caesalpinaceas*, grupo de leguminosas (FONAG, 2006).

#### 8.1.2. Clasificación botánica

Según la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales, citada en Navas (2011), la clasificación botánica de la planta, corresponde a:

- Reino: Vegetal
- División: Espermatofita
- Clase: Angiosperma
- Subclase: Dicotiledónea
- Orden: Fabales
- Familia: Caesalpinacea
- Género: Caesalpinia
- Especie: Caesalpiniaspinosa Kuntze
- Nombre científico: Caesalpinia spinosa
- Nombre común: Tara, taya (Peru); Vinillo, Guarango (Ecuador); Guarango, cuica, serrano, tara (Colombia); tara (Bolivia, Chile, Venezuela)

#### 8.1.3. Características botánicas

Es un árbol con un tronco de 60 cm de diámetro y con una altura de hasta 12 m, cuya copa es globosa con ramas cortas, estriadas y sus espinas son cónicas recurvadas entre los nudos, a menudo aparece ramificado desde la base, lo que da la apariencia de troncos, con corteza rugosa

gris (Arteaga, 2015). El diámetro del fuste alcanza hasta los 1,30 m y un fuste corto puede abarcar entre los 0,20 a 0,40 m, que tiende a tener ramificaciones desde la base (Seinfeld, 1993 citado en Fabara, 2012).

a) Hojas

Las hojas son por lo general, verde oscuras, laxamente espinosa o lisas, de hasta 10 cm de largo, y son bipinnaticopuestas paripinnadas con folíolos de nerviación reticulada con el ápice obtuso hasta emarginado y con el envés pubescente o no (Perú Biodiverso, 2009). Los folíolos son glabros, lisos, de borde entero y de color verde, con una medida de 8 a 12 cm de largo, por lo que tienen ramas de tipo cilíndrico, que varían entre 4 a 6 mm de diámetro, y espinas tanto en el raquis como en el pecíolo (Cuzquend, 1993 citado en Fabara, 2012).

b) Flores

Las flores están dispuestas en racimos terminales multifloros, pubescentes y un poco espinosos, que por lo general varían entre 15 a 20 cm de longitud, mientras que las flores de 9 a 15 mm de largo, poseen un péndulo de 5 mm pubescente (Perú Biodiverso, 2009). Las flores en inflorescencias se distribuyen en racimos que tienen entre 40 a 100 flores de tipo hermafrodita y las cuales presentan corola de 5 pétalos amarillos con pequeños tintes rojizos, y cáliz de 5 sépalos, además presentan 10 estambres, ovario súpero y pistilo con estilo encorvado (Aguirre, 2012).

c) Frutos

Los frutos corresponden a vainas explanadas de 2 cm de ancho y de 8 a 10 cm de longitud, de color naranja; las cuales contienen entre 4 a 7 semillas redondeadas entre 0.6 a 0.7 cm de diámetro (Arteaga, 2015). Los frutos corresponden a legumbres aplanadas, con curvas de 4 a 9 cm de longitud, de color amarillo-verde, las jóvenes; y anaranjado-café las maduras. Las flores de 5 a 10 cm de longitud y de 1 a 3 cm de ancho, tienen hasta 10 semillas, aplanadas, café negruzcas, de 7 mm y de 1 cm de longitud (Aguirre, 2012).

#### **8.1.4. Distribución geoespacial**

Se distribuye geográficamente entre las latitudes 4° y 32° S, lo que implica diversas zonas áridas, desde Venezuela, pasando por Colombia, Ecuador, hasta Perú, Bolivia e incluso el norte de Chile (Lara, 2019). La planta está distribuida tanto en los valles interandinos, como en las vertientes occidentales de los Andes, y ha sido introducida y cultivada en el este y norte de África, Brasil, Estados Unidos y Argentina (Perú Biodiverso, 2009).

En el Ecuador, al ser una planta nativa que crece y se desarrolla en valles interandinos, está presente desde el Carchi hasta Macará; principalmente se encuentra en las provincias de Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi, El Oro, Loja, Pichincha e Imbabura (Aguirre, 2012). Se sabe que el país alberga árboles a lo largo de la región sierra, por lo que continuamente las provincias mayor producción, son Imbabura, Chimborazo y Loja (Mancero, 2008).

#### **8.1.5. Ecología y adaptación**

##### a) Requerimientos climáticos

Las especies y su composición están asociadas y varían mucho, dependiendo de la ubicación y de los factores climáticos y biofísicos del lugar (Larrea, 2010). Las zonas de vida de la planta según la clasificación de Holdridge son el bosque seco-montano y seco pre-montano, con un clima sub-cálido de tipo seco a templado (Barriga, 2008 y Nieto & Barona, 2007 citados en Mancero, 2008). Es necesario recalcar que las precipitaciones en dichas zonas que albergan al Guarango varían en un rango de 400 a 1 100 mm (Villanueva Mendoza, 2007).

##### b) Requerimientos edáficos

El lugar donde se encuentra la especie se caracteriza por su suelo, de tipo arenoso y de estructura suelta, por lo que la planta se encuentra en suelos pocos profundos y degradados, por lo que su crecimiento depende de las condiciones de altitud y de clima, independientemente de las características del suelo (Villanueva Mendoza, 2007). Generalmente, los suelos en los que el Guarango se desarrolla, son de tipo superficiales, pedregosos y con un buen drenaje (Barriga, 2008 y Nieto & Barona, 2007 citados en Mancero, 2008).

##### c) Requerimientos topográficos

El crecimiento de la planta se da en alturas que varían entre los 500 y 3200 msnm; sin embargo, las mejores condiciones del suelo para el crecimiento del Guarango, corresponden a las alturas inferiores a los 2800 msnm (Mancero, 2008). De acuerdo a Fabara (2012), la especie se desarrolla con referencia a la Vertiente del Pacífico, en altitudes entre los 800 y 2800 msnm, y con respecto al nivel del mar en la Cuenca del Atlántico varía entre los 1600 y 2800 msnm.

#### **8.1.6. Usos y aplicaciones**

La especie posee un gran potencial para el uso intensivo de sus derivados a nivel mundial, debido a que el fruto del Guarango contiene altas cantidades de tanino, la cual es una sustancia muy utilizada en la industria, generalmente de la tenería o curtiembre. Además, se atribuyen a la planta, usos terapéuticos y alimenticios, además que cumplen funciones de reforestación y protección de suelos, de este modo, se aprovecha el fruto, tanto vainas y semillas, como fijadores de nitrógeno, productores de polen y néctar, lo cual es necesario en los cultivos como parte de los sistemas agroforestales (Mancero, 2008). En sí, la tara permite mejorar el suelo debido a la descomposición de su hojarasca, la cual produce humus de alta calidad, y como es leguminosa proporciona nitrógeno al suelo (Gobierno Provincial de Loja, n.d.). Adicionalmente, la protección de los suelos radica en que, al ser una especie perenne, es la mejor opción para programas de agroforestería y de cobertura de suelos que estén propensos a ser erosionados (FONAG, 2006).

Uno de los usos tradicionales más importantes de las vainas, ha sido la curtiduría de cueros, además de la impermeabilización de ollas de barro y la elaboración de tintes para cerámicas, textiles, y para escribir (De la Torre, 2018). Los taninos, son utilizados como base para la obtención de ácido Gálico, Elágico y Tánico, los cuales son insumos necesarios para las curtiembres, la industria textil y la elaboración de fármacos (Lara, 2019).

Las moléculas vegetales de las plantas sirven para preservar otras materias, sin la necesidad de que sean combinados con otros químicos, por lo cual se lo usa en la industria farmacéutica y alimenticia, y principalmente en la curtiembre, el polvo que se obtiene de las vainas permite reemplazar el sulfuro y el cromo que son altamente contaminantes, mientras que las sustancia gomosa y blanca que se produce por las semillas reemplaza a la pectina y a conservantes artificiales y espesantes (Márquez, 2022). Las semillas del Guarango se las deja secar y se colocan en tambores para generar brillo, por lo que sirven para la curtiembre de cueros, como



se mencionó. Además, las ramas sirven como plantas medicinales ya que enriquecen el suelo, al fijar el nitrógeno del aire (ESPOCH, 2019).

## **8.2. Distribución espacial**

El área de distribución es definida como la parte del espacio geográfico donde existe una especie o individuo que interactúa con un ecosistema de manera no transitoria. Además, la presencia o ausencia de estos en el espacio geográfico está definida por factores biogeográficos, fisiológicos y ecológicos (Maciel Mata et al., 2015).

### **8.2.1. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

Se denomina (GPS) Sistema de Posicionamiento Global al sistema de navegación por radio basado en el espacio de los Estados Unidos que proporciona servicios de posicionamiento, temporización y navegación, de tipo gratuitos y con confiabilidad durante las 24 horas del día y los 7 días de la semana, a usuarios civiles de todo el mundo. Toda persona que disponga de un receptor GPS, tendrá por parte del sistema, datos de su ubicación y hora precisa en cualquier condición climática, en el día o en la noche, en cualquier parte del mundo, y no hay límite para el número de usuarios simultáneos (U.S. government, 2022).

### **8.2.2. ArcGIS**

ArcGIS es un sistema integral que se utiliza para compilar, organizar, disponer, analizar, compartir y comercializar información de tipo geográfico. ArcGIS constituye una plataforma líder a nivel global que se enfoca en instaurar y usar sistemas de información geográfica (SIG) con el fin de otorgar conocimientos de tipo geoespaciales, que sean útiles para diversos sectores, como la empresa, el gobierno, la educación, la ciencia y los medios. Además, permite publicar información que esté disponible y sea accesible para cualquier usuario, mediante el uso de navegadores Web, equipos de escritorio y dispositivos móviles como smartphones (ArcGIS Resource Center, 2022).

## **8.3. Inventario forestal**

Un inventario forestal constituye una herramienta de recolección sistemática de datos acerca de los recursos forestales en un determinado sitio, para proceder a evaluar la situación actual y así

establecer un diagnóstico y adoptar las medidas necesarias. Por lo general se utilizan técnicas de muestreo, para llevar a cabo los inventarios en una población, debido a las limitaciones de costo y tiempo (FAO, 2022).

Este tipo de evaluación abarca una gran variedad de parámetros de tipo biofísico y socioeconómico, otorgando una visión holística y amplia del uso del suelo del lugar. Con los datos recolectados se realizan los procesos de planificación, diseño y aplicación de políticas y estrategias para conservar los ecosistemas forestales y establecer relaciones sustentables entre los usuarios y los recursos (FAO, 2004).

### **8.3.1. Fases del inventario**

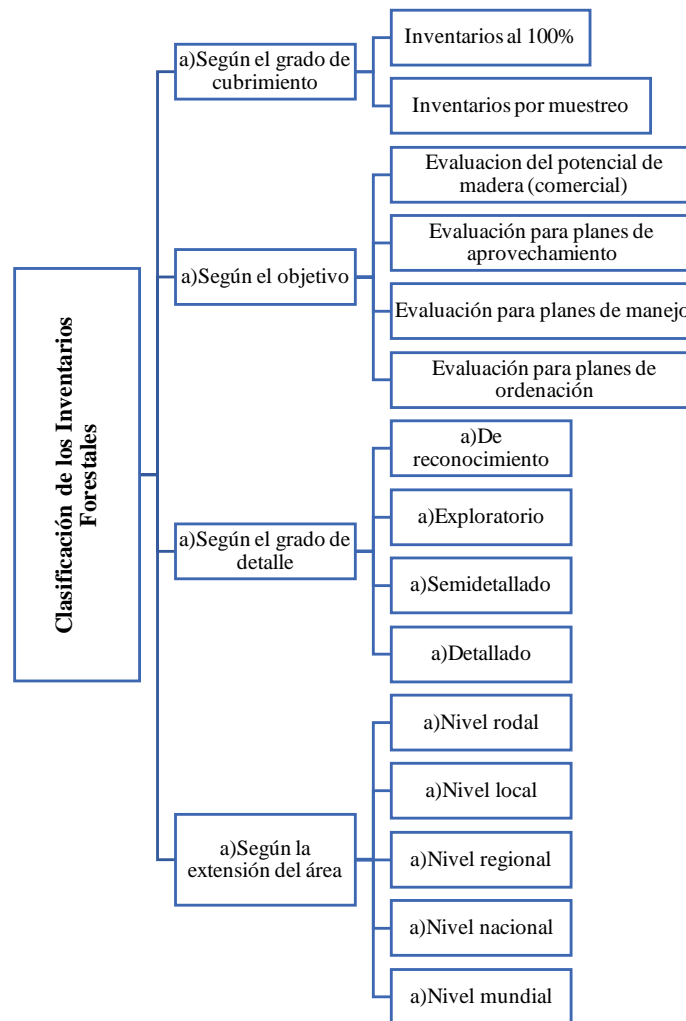
Para llevar a cabo un inventario forestal, se deben tomar en cuenta seis fases, clasificadas en (Riesco, 1997):

- Justificación
- Definición de objetivos
- Reconocimiento del terreno y su entorno
- Diseño del inventario
- Ejecución del inventario
- Elaboración de resultados

### **8.3.2. Tipos de inventarios forestales**

De acuerdo a Wabo (2002) no existe una categorización propia de los inventarios forestales. Sin embargo, se puede hacer referencia a distintos tipos según las variables de estudio. En ese caso se tienen 4 clasificaciones, las cuales pueden ser orientativas, ya que pueden crearse relaciones complementarias entre ellas.

**Figura 1.** Tipos de inventarios forestales



Elaborado por: Cuchiye (2022), adaptado de Wabo (2002)

#### 8.4. Dasometría

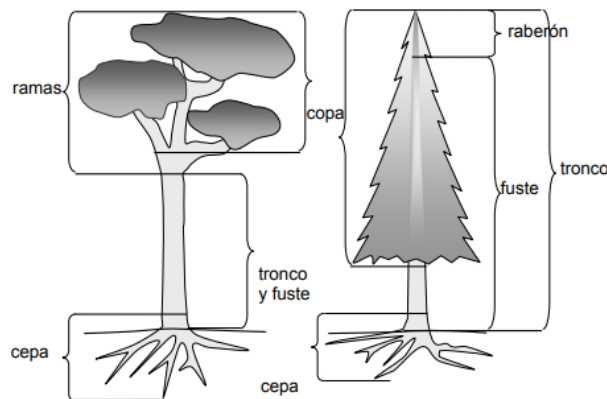
Según Diéguez et al. (2005) la dasometría o “medición del monte” es una de las tres disciplinas de la dasonomía, ciencia de montes en su conjunto o ciencia forestal. La dasometría se encarga de la determinación de volúmenes y del crecimiento de los árboles, lo cual se asocia con las leyes que rigen su desarrollo y las relaciones métricas; por lo cual se divide en:

- **Dendrometría:** El objeto de estudio es un árbol individual.
- **Estereometría:** El objeto de estudio es la masa forestal.
- **Epidometría:** Estudia el crecimiento de los árboles o las masas.

### 8.4.1. Variables de las mediciones

Las variables más interesantes para medir en un árbol, son: el diámetro (a altura estándar o cualquiera), la altura (total o del fuste), el espesor de corteza, las dimensiones de copa, la edad y el crecimiento diametral (Diéguez et al., 2005).

**Figura 2.** Partes de un árbol



Obtenido de: Diéguez et al. (2005)

### 8.4.2. Instrumentos para la medición

En las mediciones de árboles, los instrumentos más utilizados son (Cuñachi, n.d.):

- **Forcípula:** Regal graduada que sirve para medir el diámetro a la altura del pecho del operador (DPA).
- **Cinta diamétrica:** Cinta graduada en centímetros para medición de diámetros de los árboles.
- **Hipsómetro:** Instrumento para medición de alturas.
- **Brújula:** Instrumento para la orientación en el terreno, con respecto al norte magnético.
- **Jalones:** Vara de 2 a 2.5 m pintada alternadamente entre rojo y blanco, para facilitar visibilidad en el terreno.
- **Cuerdas:** En el inventario se utiliza para medir largas distancias.
- **GPS:** Sirve para determinar la ubicación de un punto geográfico.

## 8.5. Medición del diámetro y la altura de los árboles

### 8.5.1. Diámetro (DAP)

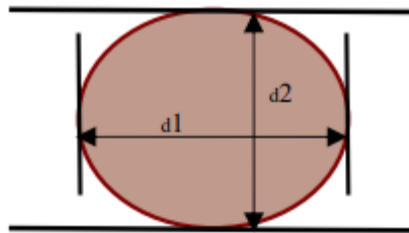
El diámetro del árbol es medido a 1.30 m sobre el terreno, por lo que se lo conoce como Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). Para ello se requiere el uso de cintas diamétricas o de forcípulas, en este último caso se debe asegurar que el instrumento esté ajustado al tronco, sin comprimir la corteza (FAO, 2004).

En el caso de que la medición se la realice en un árbol de sección no circular, se debe aplicar la siguiente fórmula:

*Ecuación 1*

$$d = \frac{(d1 + d2)}{2}$$

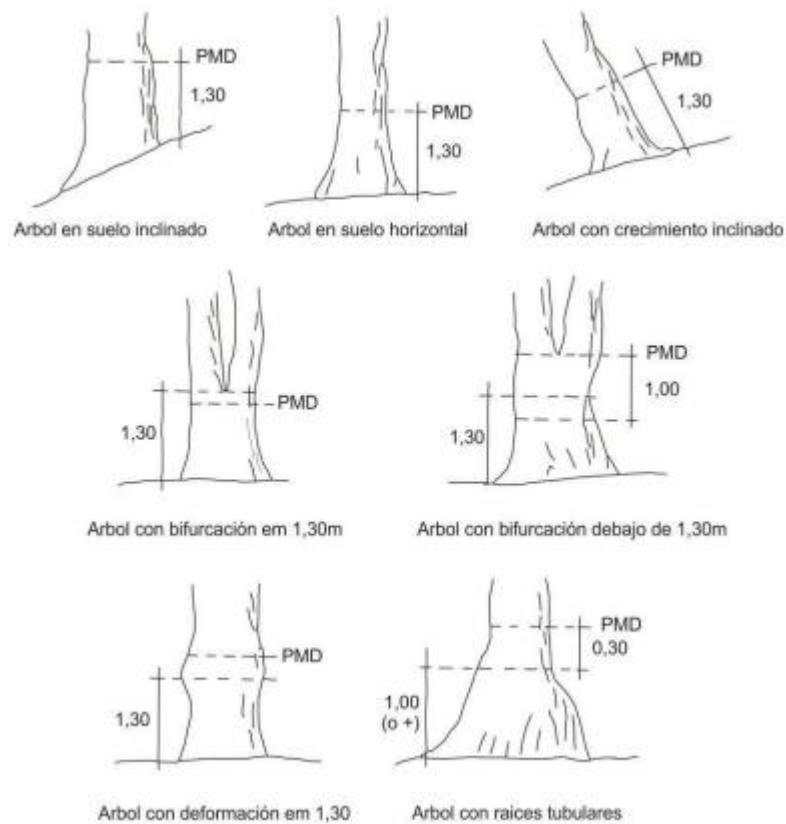
**Figura 3.** Diámetro 1 y 2 para DAP



**Obtenido de:** FAO (2004)

En ocasiones especiales, cuando el árbol presenta características específicas de crecimiento, el Punto de Medida del Diámetro (PMD) del DPA debe ser modificado y medido, tal como se observa en los siguientes casos (Imaña 2011).

**Figura 4.** Medición del DPA en casos especiales

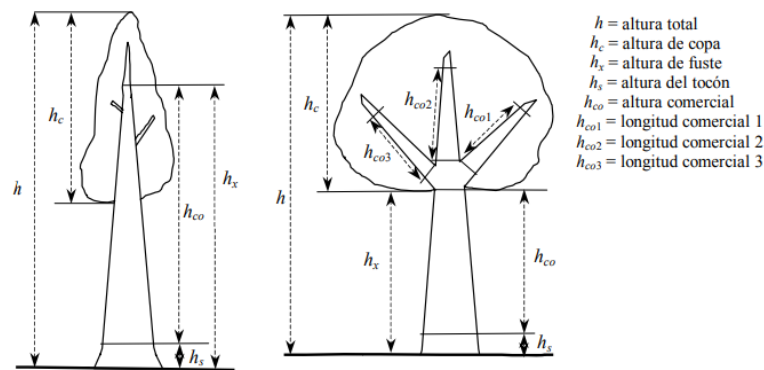


**Obtenido de:** Muller (1972) citado en Imaña (2011)

En casos donde el DAP no es medido a 1.3 m a partir del suelo, se debe indicar la altura en la que fue medido el árbol, e indicar de forma separada el DAP de la rama que ocasiona que la altura sea inferior a 1.3 m (FAO, 2004).

### 8.5.2. Altura

La altura total de un árbol en pie ( $h$ ) constituye la distancia que se mide desde la base del terreno hasta su ápice, es decir la parte más elevada de la copa en prolongación del eje del tronco. Algunas de las alturas que pueden ser identificadas, son las que se muestran a continuación (Diéguez et al., 2005):

**Figura 5.** Variables de altura de árboles

Obtenido de: Diéguez et al. (2005)

Los instrumentos más utilizados para hallar la altura de los árboles, son los hipsómetros, los cuales se basan en semejanzas de triángulos y en principios trigonométricos, entre los de mayor uso son (Emanuelli, 2011):

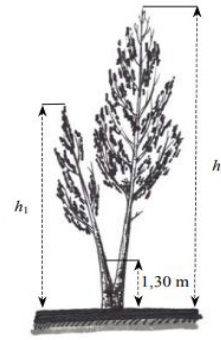
- Hipsómetro Haga
- Hipsómetro Blume-Leiss
- Hipsómetro Suunto
- Hipsómetros Digitales

La medición de los árboles varía en mucho de los casos, debido a que se tienen situaciones especiales, como se observa a continuación:

**Tabla 2.** Medición de la altura de los árboles en situaciones especiales

Descripción	Imagen de referencia
Medición de altura en un árbol bifurcado por encima de la altura normal.	

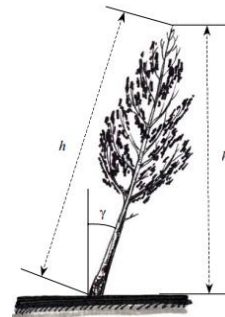
Medición de altura en un árbol bifurcado por debajo de la altura normal.



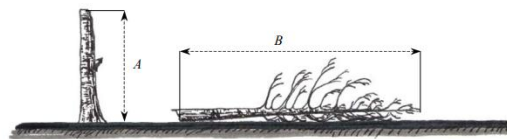
Medición de altura total en un árbol inclinado.

*Ecuación 2*

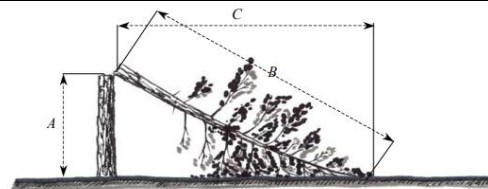
$$h = \frac{h'}{\cos \gamma}$$



Medición de la altura total de un árbol roto, cuya parte caída está completamente apoyada en el suelo.



Medición de la altura total de un árbol roto en el caso que no sea posible medir la parte de la copa enganchada.



**Elaborado por:** Cuchiye (2022), obtenido de Diéguez et al. (2005)

## 9. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿En qué cantón de la provincia de Cotopaxi se encuentra el mayor porcentaje de distribución del guarango (*Caesalpinia spinosa*)?

## 10. DISEÑO METODOLÓGICO

### 10.1. Área de estudio

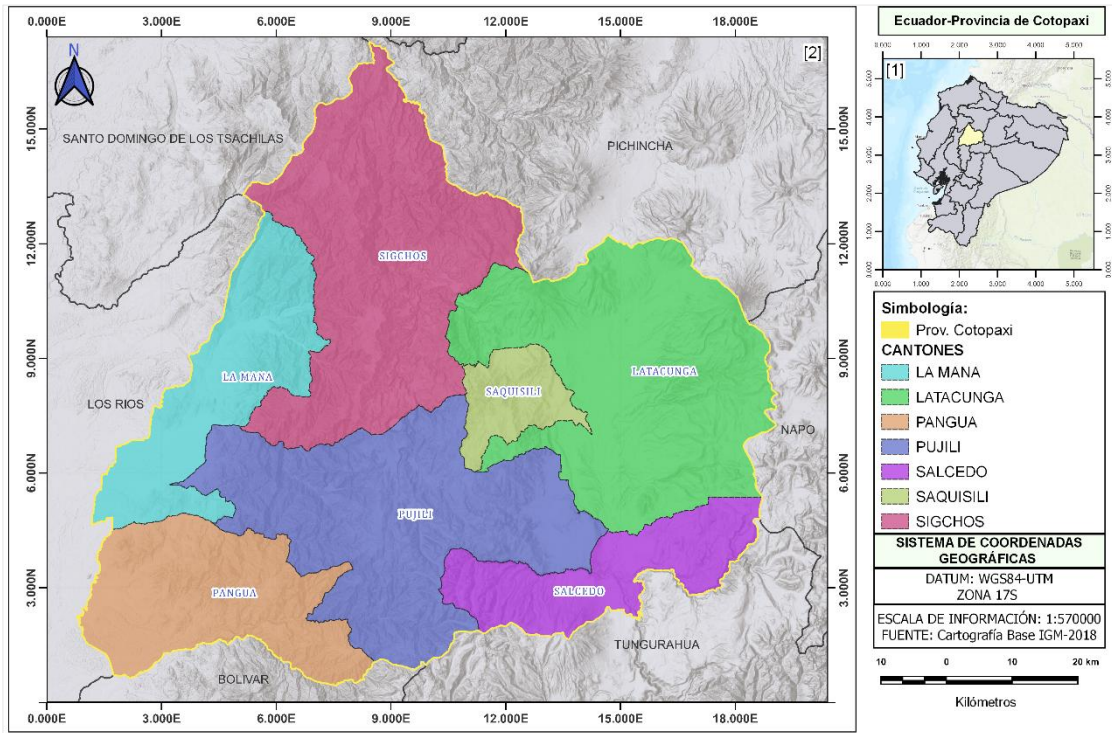
La investigación se enfoca geográficamente en la provincia de Cotopaxi, ubicada en la sierra ecuatoriana en la zona centro del país y constituye una zona de alta producción agropecuaria



con productos de exportación. La capital de la provincia es la ciudad de Latacunga, la cual está compuesta por varios cantones, los cuales son Pujilí, La Maná, Pangua, Latacunga, Salcedo, Saquisilí y Sigchos. La extensión es de alrededor de 6.071 km<sup>2</sup> y sus límites son: al norte la provincia de Pichincha, al sur las provincias de Bolívar y Tungurahua, al este la provincia Napo, y al oeste la provincia Los Ríos (Enciclopedia del Ecuador, 2022). La altitud de la provincia es muy variada se encuentra entre los 90 msnm en la parroquia Moraspungo del cantón Pangua, escala a los 4.480 msnm en la Cordillera Occidental en el sector de la Comunidad de Apagua, y desciende a los 2.760 msnm en Latacunga. El suelo de la provincia corresponde a las unidades de inceptisoles, molisoles, entisoles, histosoles, entre otros. Los pisos climáticos corresponden a “seco” en una parte del valle interandino, especialmente en Pujilí, Latacunga, Salcedo y sectores aledaños donde se presenta un déficit hídrico durante casi todo el año, además de la presencia de clima “sub húmedo” y “super húmedo” en otras localidades (GAD Provincial de Cotopaxi, 2018).

Según Köppen y Geiger, la provincia de Cotopaxi presenta valores de temperatura promedio de 12° C y de precipitación de 1946 mm, los climas existentes son variados, como son el clima oceánico (mayor predominancia), el oceánico subtropical de alta montaña, el tropical del monzón, el clima de tundra, el subpolar oceánico y el mediterráneo de verano cálido (Climate-Data, 2022).

**Figura 6.** Mapa de división político administrativa de la provincia de Cotopaxi.



Elaborado por: Cuchiye (2022)

## 10.2. Inventario de Guarango en la provincia de Cotopaxi

El inventario de plantas constituye un método para realizar un listado de forma exhaustiva de las especies vegetales presentes en un lugar. En un estudio, el inventario constituye la línea base o primera aproximación para establecer un monitoreo (González et al., 2017). El inventario fue realizado a partir de una matriz (ver **Anexo 2**) creada conjuntamente entre la fundación Heifer y la UTC, para aplicar a las familias que poseen árboles de Guarango en los siete cantones de la provincia de Cotopaxi.

La matriz creada consideró parámetros importantes, como ubicación geográfica (latitud, longitud y altura), tenencia de tierra, fechas de recolección y venta de vainas de Guarango, edad, tipo y etapa fenológicas de los árboles, lugares de recolección, entre otros datos de interés para la presente investigación (ver Anexo 2 y 3).

### **10.3. Caracterización de árbol del Guarango**

La caracterización corresponde el primer paso en el proceso de mejoramiento de los cultivos, así como de los programas de conservación. Para ello, se utilizan diferentes métodos estadísticos, para analizar los componentes principales, entre ellos destacan la varianza, la correlación lineal, coeficiente de variación, entre otros (Hernández, 2013).

En este estudio la caracterización se levantó en campo mediante una matriz (ver Anexo 4) que permite evaluar a los árboles del Guarango, a partir de la inspección y recolección de datos de cada uno de ellos, como ubicación en la parcela, altura y diámetro de la planta, estado fitosanitario, mes de floración y de fructificación.

#### **10.3.1. Ubicación del árbol**

Conocer la ubicación de una planta es de suma importancia para considerar diversos factores que se relacionan a la disponibilidad y asistencia del recurso, como comunidades cercanas, provisión de servicios básicos, entre otros (Vergagni, 2006). El registro de la ubicación de los árboles se realizó mediante la aplicación para dispositivos móviles “Timestamp Camera Free”, la cual proporcionó datos de latitud, longitud y altitud (ver Anexo 5).

#### **10.3.2. Altura del árbol**

Las mediciones de alturas de los árboles, y diámetros de los mismos, son de gran importancia en los inventarios forestales, debido a que proporcionan datos para la toma de decisiones en la estabilidad y aprovechamiento de los recursos, de manera sustentable.

Para medir la altura (registrada en metros) se utilizó un flexómetro. Cabe recalcar que algunas familias poseían 1 solo árbol, mientras que otras tenían más de 10, sin embargo, dispersos, por lo que se tuvo que escoger la altura media entre ellos (ver Anexo 6).

#### **10.3.3 Diámetro a la Altura Pecho (DAP)**

La importancia del DAP en la arboricultura, es que permite inferir datos de los árboles en parques, jardines o demás plantaciones sobre la relación diámetro – crecimiento, y así tomar decisiones para su manejo. De hecho, el diámetro es el parámetro cuantitativo de mayor importancia en una evaluación forestal, por ello mismo. (LAVEP- UNAM, 2018).

Para hallar este parámetro (registrado en centímetros) se utilizó una cinta métrica, la cual fue envuelta en el tronco del árbol y se tomó el dato. En el caso de existir muchos árboles se escogió el diámetro medio de los árboles existentes (ver Anexo 7).

#### **10.3.4 Diámetro de copa**

El diámetro de la copa en sí no tiene mucho valor representativo de forma aislada, sin embargo, en estudios de evaluaciones cuantitativas de rodales o de bosques en general, se puede establecer una correlación del tamaño de la copa con algún otro parámetro cuantificable que permita obtener el tamaño o volumen del árbol, además de su proporción, para conocer el ritmo de desarrollo del árbol (Malleux, 1970).

En este caso, se utilizó un flexómetro para medir la sombra proyectada de la copa del árbol. Para ello se precedió a medir (registro en metros) de norte a sur y de este a oeste. La misma dinámica es aplicada en todos los árboles y en el caso de existir muchos de ellos, se obtiene el diámetro medio de copa (ver Anexo 8).

#### **10.3.5 Estado fitosanitario**

El estado fitosanitario de una planta, se asocia al control de agentes patógenos por medio de insecticidas y fungicidas para prevenir la presencia de plagas, hongos, bacterias o virus. Del mismo modo, un buen mantenimiento y adecuación a través de fertilización con elementos orgánicos y biológicos en el árbol, permite que la fisiología de la planta sea la óptima (Alcaldía de Santiago de Cali, 2017).

Se evaluó visualmente el estado en el que se encontraban los árboles, para ello se utilizaron los criterios de “bueno”, “regular” y “malo” (ver Anexo 9).

#### **10.3.6 Mes de floración**

Estimar los meses de floración y fructificación, son necesarios en el presente estudio para conocer y ponderar las fechas de cosecha. Además, según Flores et al. (2015) casi siempre se realiza la correlación de los datos de floración y fructificación con los de precipitación y temperatura, para conocer si los patrones son regulares o no.

Para la obtención de este dato se realizaron varias preguntas al propietario del árbol, quien supo detallar datos importantes acerca de los meses de floración (ver Anexo 10)

### 10.3.7 Mes de fructificación

Comprender los patrones de fructificación y floración es de suma importancia para la comprensión evolutiva y ecológica de los árboles, lo cual favorece a su sustentabilidad (Croat, 1969 citado en Zárate et al., 2006).

Para la obtención de este dato se realizaron varias preguntas al propietario del árbol, quien supo detallar datos importantes acerca de los meses de fructificación (ver Anexo 11).

## 10.4 Análisis estadístico

En base a la información recolectada en las dos matrices se procede a realizar un análisis estadístico descriptivo, mediante el cálculo de medidas de tendencia central, medidas de dispersión, medidas de posición, análisis de frecuencia y gráficos.

La estadística descriptiva clásica se encarga del cálculo de ciertos estadísticos de la distribución espacial, como son centro medio, desviación típica de distancias, entre otros (Alonso, 2013).

### 10.4.1 Distribución de frecuencias

Según Salinas (2009), para la descripción de variables cualitativas se cuentan las unidades que caen en cada categoría de la variable y para ello se lo representa mediante una distribución de frecuencias, es decir aquella representa la forma en como está distribuida la variable. Las frecuencias pueden dividirse en los siguientes tipos:

**Tabla 3.** Tipos de frecuencias

Frecuencia	Concepto	Fórmula
Absoluta	Representada por (ni) de un valor Xi, constituye el número de veces que el valor	<i>Ecuación 3</i> $\sum_{i=1}^k n_i = n_1 + n_2 + \dots + n_k = N$

	está en el conjunto ( $X_1, X_2, \dots, X_N$ ).	
Absoluta acumulada	Representada por ( $N_i$ ) de un valor $X_i$ del conjunto ( $X_1, X_2, \dots,$ $X_N$ ) constituye la suma de las frecuencias absolutas de los valores menores o iguales a $X$	<i>Ecuación 4</i> $N_i = n_1 + n_2 + \dots + n_i$
Relativa	Representada por ( $f_i$ ) de un valor $X_i$ constituye la proporción de valores iguales a $X_i$ en el conjunto de datos ( $X_1,$ $X_2, \dots, X_N$ ).	<i>Ecuación 5</i> $f_i = \frac{n_i}{N}$
Relativa acumulada	Representada por ( $F_i$ ) de un valor $X_i$ como la proporción de valores iguales o menores a $X_i$ en el conjunto de datos ( $X_1,$ $X_2, \dots, X_N$ ).	<i>Ecuación 6</i> $F_i = \frac{N_i}{N}$

**Elaborado por:** Cuchiye (2022). Obtenido de Requena (2022)

#### 10.4.2 Medidas de tendencia central

Según De La Puente (2018) las medidas de tendencia central son aquellas utilizadas para la descripción de características de centralidad de las variables, y son:

- **Media:** Constituye el valor que tendrían todos los casos, si todos tuvieran el mismo valor. Es decir, representa la suma de los valores de todos los casos dividida por el número de ellos.

*Ecuación 7*      Donde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$\bar{X}$  = Media  
 $x_i$  = Valor de la variable para el caso i-ésimo  
 $n$  = Total de los casos

- **Mediana:** Puede utilizarse la mediana con variables que tengan al menos el nivel de medida ordinal, aunque su uso es más adecuado con las de razón e intervalo. Este valor de la variable permite dejar por debajo el 50% de los casos, por lo que por encima de su valor está el otro 50,0%.
- **Moda:** Representa la categoría de la variable o variable en sí que más se repite o tiene mayor frecuencia.

#### 10.4.3 Medidas de dispersión

- **Desviación estándar:** Corresponde a una medida de la dispersión de las observaciones a la media, es decir un promedio de la distancia de las observaciones a la media, y es la raíz cuadrada de la varianza (Salinas 2009).

*Ecuación 8 - Desviación estándar muestral*      Donde:

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$s/\sigma$  = Desviación típica  
 $s^2/\sigma^2$  = Varianza  
 $x_i$  = Valor de la variable para el caso i-ésimo

*Ecuación 9 - Desviación estándar poblacional*

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \mu)^2}{N}}$$

$\bar{x}$  = Media muestral  
 $\mu$  = Media poblacional  
 $N$  = Total de valores de la población

- **Varianza:** Corresponde al cuadrado de las desviaciones de cada puntuación y está representada por  $s^2$  o  $\sigma^2$ , según sea el caso (Matus, 1995).
- **Coficiente de variación:** Representa la estandarización de la desviación típica, una vez se elimine la unidad de medida de la variable (Matus, 1995).

*Ecuación 10*                      Donde:

$$CV = \frac{S_X}{\bar{X}_X} \quad \begin{array}{l} S_X = \text{Desviación típica de X} \\ \bar{X}_X = \text{Media de X} \end{array}$$

- **Rango:** Corresponde la diferencia entre el mayor y el menor valor que toma la variable (Matus, 1995).

*Ecuación 11*                      Donde:

$$R = X_n - X_1 \dots \dots \dots \quad \begin{array}{l} R = \text{Rango} \\ X_1 = \text{Menor valor} \\ X_n = \text{Mayor valor} \end{array}$$

#### 10.4.4 Medidas de posición para datos agrupados y no agrupados: percentiles, deciles y cuartiles

Las medidas de posición permiten dividir los datos en partes iguales, con ella se encuentran valores específicos en una distribución de frecuencias, siendo (Ayala, 2020):

- **Cuartiles:** Los datos se dividen en cuatro partes iguales. Q1= 25%, Q2=50%, Q3=75%.

*Ecuación 12*

donde:

$$Q_1 = \frac{(n+1)}{4}, Q_2 = \frac{2(n+1)}{4}, Q_3 = \frac{3(n+1)}{4} \quad \begin{array}{l} Q_{1,2,3} = \text{Cuartil} \\ n = \text{Total de datos} \end{array}$$

- **Deciles:** Los datos se dividen en diez partes iguales. Se calcula desde el D1 al D9.

*Ecuación 13*

donde:

$$D_1 = \frac{(n+1)}{10}, D_5 = \frac{5(n+1)}{10}, D_9 = \frac{9(n+1)}{10} \quad \begin{array}{l} D_{1,\dots,9} = \text{Decil} \\ n = \text{Total de datos} \end{array}$$

- **Percentiles:** Los datos se dividen en cien partes iguales. Se calcula del P1 al P99.

*Ecuación 14*

donde:

$$P_1 = \frac{(n+1)}{100}, P_{50} = \frac{50(n+1)}{100}, P_{99} = \frac{99(n+1)}{100} \quad \begin{array}{l} P_{1,\dots,99} = \text{Percentil} \\ n = \text{Total de datos} \end{array}$$



## **10.5 Identificación de la distribución espacial del Guarango en la provincia de Cotopaxi.**

La distribución espacial de las zonas productoras del guarango se realizó en base a la matriz del inventario del donde se identifica los datos de latitud, longitud y altitud. Con esta información primaria se procede a realizar un mapa de distribución en QGIS. La distribución en la provincia de Cotopaxi será considerada a nivel de cantones, parroquias y asociaciones mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta básica para el manejo y utilización de información geográfica, en el cual se desarrollan problemas de diversa índole. Para poder aprovechar las características y funciones de los SIG se requieren datos de calidad, los cuales en muchos de los casos constituyen un problema en la ejecución del proyecto, sin embargo, constituyen el recurso central (Olaya, 2009).

A partir de la integración de los datos en el SIG mediante una capacidad única, se pueden utilizar superposiciones de mapas digitales y ubicaciones espaciales para poder analizar el contenido a nivel mundial, y así interrelacionar todo tipo de información (ArcGIS, 2022).

A partir de la identificación de la distribución espacial se procede a realizar un cruce de las variables de isoyetas (zonas de precipitación), isotermas (zonas de temperatura) y tipos de clima de la provincia, la cual será una información otorgada por el INAMHI (2008) y localizada en formato (.shp) en la página del Sistema Nacional de Información (SNI) – Archivos de Información Geográfica, a la cual se puede acceder mediante el siguiente link: <https://sni.gob.ec/coberturas>.

## **11 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **11.1 Característica de árbol del Guarango**

Los árboles del guarango se encontraron en los cantones de Salcedo, Latacunga y Pujilí, a pesar de que se averiguó en otros cantones (La mana, Sigchos, Saquisilí y Pangua) no hubo información correspondiente.

### 11.1.1 Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa en Salcedo

La altura mínima del árbol de guarango en el cantón Salcedo fue 1,86 m y 10 m como máximo. Pero la altura representativa del árbol es de  $4 \pm 1,91$ m, es decir existe una variación del 42% en la altura del árbol para este cantón. El diámetro altura pecho es  $0,3 \pm 0,2318$  m y un rango que va 0.07 a 0.99 m para este parámetro también se observa una gran variación. De la misma manera existe una gran variación en el diámetro de la copa (54%) y una media de  $3 \pm 1,84$  m.

**Tabla 4.** Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa - Salcedo

<b>Medidas estadísticas</b>	<b>Altura del árbol (m)</b>	<b>Diámetro altura pecho (m)</b>	<b>Diámetro de copa (m)</b>
Media	4,54	0,3814	3,41
Mediana	4	0,3	3
Moda	3	0,4	6,5
Desviación estándar	1,91	0,2318	1,84
Varianza	3,66	5,3738	3,40
Coefficiente de variación	0,42	0,61	0,54
Rango	8,14	0,92	7,5
Cuartil 1	3	0,2	1,75
Cuartil 2	4	0,3	3
Cuartil 3	6	0,5	4,8

**Elaborado por:** Cuchiye (2022)

### 11.1.2 Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa en Latacunga

La altura mínima del árbol de guarango en el cantón Latacunga fue 2 m y 8 m como máximo. Pero la altura representativa del árbol es de  $3 \pm 1,82$  m, es decir existe una gran variación (45%) en la altura del árbol para este cantón. El diámetro altura pecho es  $0,275 \pm 0,3103$ m y un rango que va 0,12 al 0,99m para este parámetro también se observa una gran variación. De la misma manera existe una gran variación en el diámetro de la copa (41%) y una media de  $5 \pm 1,97$  m.

**Tabla 5.** Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa – Latacunga

<b>Medidas estadísticas</b>	<b>Altura del árbol (m)</b>	<b>Diámetro altura pecho (m)</b>	<b>Diámetro de copa (m)</b>
Media	3,97	0,42	4,81
Mediana	3	0,275	5
Moda	3	0,2	6,5
Desviación estándar	1,82	0,3103	1,97
Varianza	3,33	9,6305	3,89
Coefficiente de variación	0,45	0,73	0,41
Rango	6	0,87	7
Cuartil 1	2,87	0,18	2,5
Cuartil 2	3	0,275	5
Cuartil 3	6	0,81	6,5

Elaborado por: Cuchiye (2022)

### 11.1.3 Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa en Pujilí

La altura mínima del árbol de guarango en el cantón Pujilí fue 2 m y 5,5 0m como máximo. Pero la altura representativa del árbol es de  $4,15 \pm 1,29$  m, es decir existe una gran variación (33%) en la altura del árbol para este cantón. El diámetro altura pecho es  $0,23 \pm 0,2535$  m y un rango que va 0,09 al 0,85 m para este parámetro también se observa una gran variación. De la misma manera existe una gran variación en el diámetro de la copa (59%) y una media de  $2,1 \pm 1,71$  m.

**Tabla 6.** Altura del árbol, diámetro altura pecho y diámetro copa – Pujilí

<b>Medidas estadísticas</b>	<b>Altura del árbol (m)</b>	<b>Diámetro altura pecho (m)</b>	<b>Diámetro de copa (m)</b>
Media	3,86	0,34	2,91
Mediana	4,15	0,23	2,1
Moda	2	0,15	1,6

Desviación estándar	1,29	0,2535	1,71
Varianza	1,67	6,4309	2,95
Coefficiente de variación	0,33	0,74	0,59
Rango	3,5	0,76	4,75
Cuartil 1	2,4	0,1575	1,76
Cuartil 2	4,15	0,23	2,1
Cuartil 3	4,98	0,475	5,43

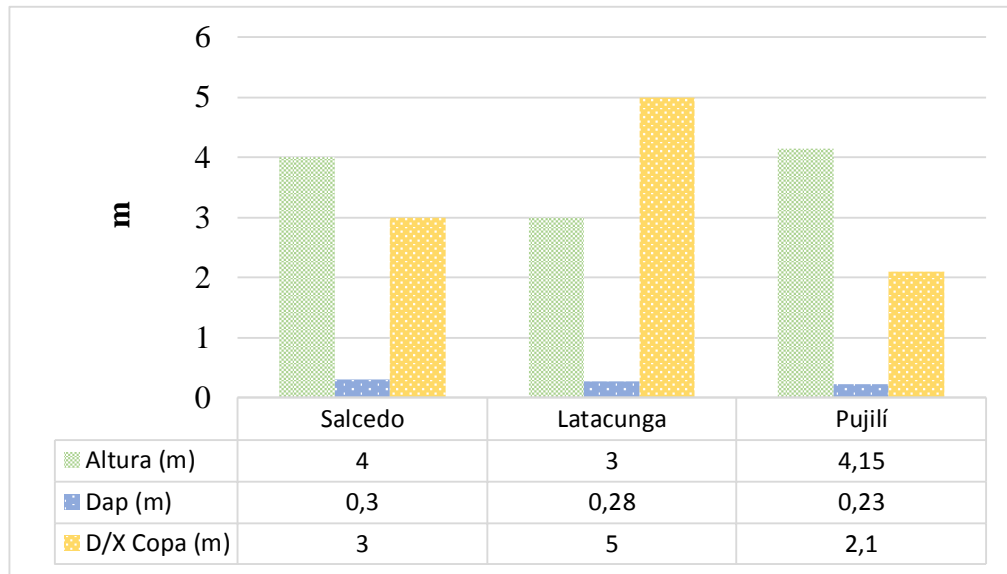
**Elaborado por:** Cuchipec (2022)

#### **11.1.4 Análisis de las características del árbol del Guarango en Cotopaxi.**

Considerando la media de la altura del guarango a nivel de los cantones Salcedo, Latacunga y Pujilí evidenciamos que los árboles se encuentran a 4 m, y en Latacunga con un valor menor, siendo de 3 m. Estos rangos de altura de los dos primeros cantones están a límite propuesto por De la Torre (2018) y Arteaga (2015); estos autores consideran que la media está entre de 4 a 8 m altura. Sin embargo, se puede afirmar que en Latacunga la altura es menor, de 3 m, debido a que no existe un manejo agronómico (De la Torre, 2018).

En los cantones Salcedo, Latacunga y Pujilí se evidencia que el diámetro de altura pecho de los árboles del guarango se encuentran por debajo de la media de 0,35 m propuesta por los autores Díaz (2010); Dostert et al., (2009). Al analizar el diámetro de copa se halló también que los árboles se encuentran por debajo de la media de 10 m, según Díaz (2010). Este valor inferior de las características del árbol se debe a que las condiciones en las que se encuentran no son favorables para su buen desarrollo, ya que se están rezagados o marginados en linderos, a lado de vías, y quebradas donde no hay manejo agronómico es decir falta abonamiento oportuno, procesos de deshierba y riego, así como aplicaciones fitosanitarias y podas.

**Figura 7.** Altura, Dap, diámetro medio del guarango en Cotopaxi

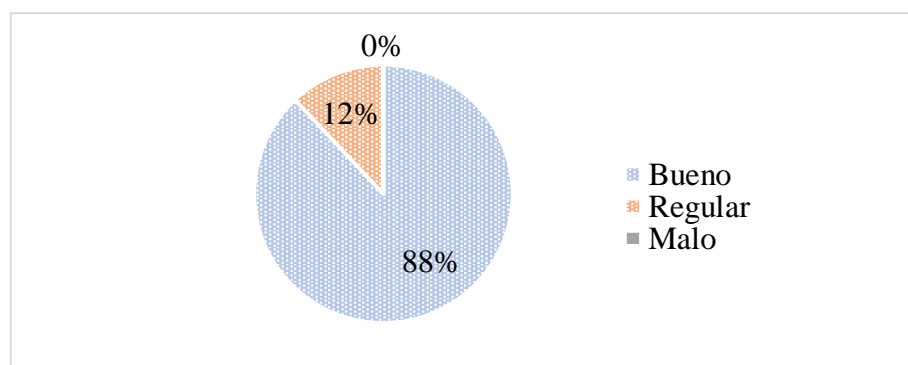


**Elaborado por:** Cuchipe (2022)

- **Estado fitosanitario**

A nivel de los cantones Salcedo, Latacunga y Pujilí mediante el diagnóstico visual realizado a cada uno de los árboles de estudio se pudo evidenciar que el 88% del guarango se encuentran en estado bueno, el 12% están en estado regular y no hay árboles en mal estado. La mayoría se encuentra en buen estado, debido a que el Guarango es resistente a plagas y enfermedades, tal como lo mencionan Díaz (2010); Rojas et al. (2010).

**Figura 8.** Estado Fitosanitario



**Elaborado por:** Cuchipe (2022)

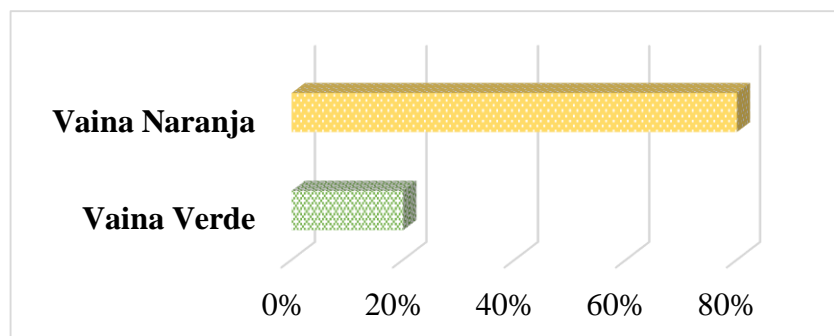
- **Mes de floración**

Mediante la encuesta realizada a los propietarios de los árboles del guarango, se puede manifestar que existen dos periodos de floración, el primer periodo ocurre entre los meses de octubre a noviembre y el segundo periodo ocurre entre abril a mayo. Según Zevallos & Yana (2018), los árboles de Tara pueden florecer en diferentes meses del año, de acuerdo con las condiciones climáticas del lugar.

- **Mes de fructificación**

En provincia de Cotopaxi los dueños de los árboles del guarango manifestaron que también existen dos periodos de fructificación, es decir el primer período ocurre entre los meses de enero a febrero y el segundo periodo ocurre entre julio a agosto. Cabe mencionar que el estado actual en el mes de julio, tiempo en el cual se realizó la encuesta, los árboles estaban en etapa de vainas verdes (20%) y vainas naranjas (80%). Los frutos son producidos generalmente durante todo el año, sin embargo, pueden existir variaciones según la estación, temperatura, altitud, localidad, precipitación y suelo (Dodds, 2015).

**Figura 9.** Etapa actual del Guarango (Fructificación)



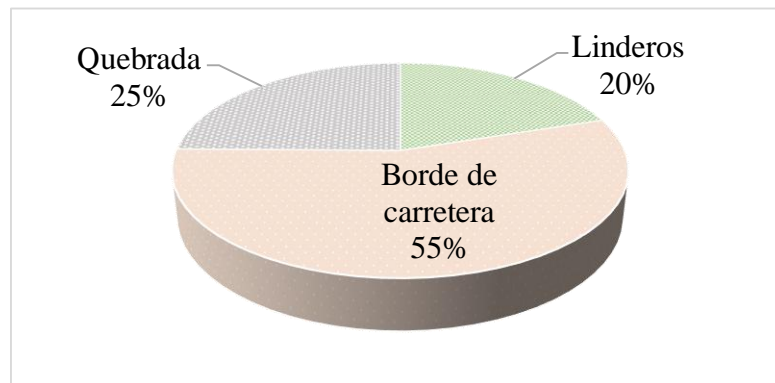
Elaborado por: Cuchiye (2022)

- **Sistema agroforestal**

Mediante la encuesta realizada a los moradores se pudo evidenciar que el 20% de árboles de guarango estaban plantados en linderos en un sistema agroforestal, es decir están asociados con los cultivos de alfalfa, maíz, hortalizas, tunas, tomate de riñón y árboles forestales. Esto es debido a que el guarango es muy flexible y puede asociarse con otro tipo de especies como

frutos, arbustos, hierbas perennes como lo manifiesta (De la Torre, 2018). El 55% de árboles se encontraban al borde de las carreteras y el 25% de árboles están en las quebradas las mismas que crecieron de forma silvestre.

**Figura 10.** Ubicación de árboles de Guarango



Elaborado por: Cuchiye (2022)

- **Comercialización**

Cada uno de los encuestados en la provincia de Cotopaxi supo manifestar que el 100% de agricultores no recolectan los frutos, es decir las vainas para comercializar, debido a que no existe un mercado definido en la zona. Frente a este escenario, a través de los años se han creado alternativas, como el establecimiento del Consorcio Nacional de Productores de Guarango CONAPROG, con el fin de reunir a dichos productores y establecer medidas que eliminen el sistema imperante del modelo exportador ecuatoriano (Arteaga, 2015).

## 11.2 Distribución espacial del Guarango en la provincia de Cotopaxi

### 11.2.1 Altura del árbol

A partir del análisis de frecuencia relativa, se pudo evidenciar que el cantón Latacunga alberga la mayor población de árboles de Guarango, con una altura que varía entre 6 a 9 m (27,78%) y entre 1 a 3 m (61,11%). Además, el cantón Pujilí tiene mayor cantidad de árboles que varían entre 3 a 6 m (66,67%).

**Tabla 7.** Frecuencia altura del árbol

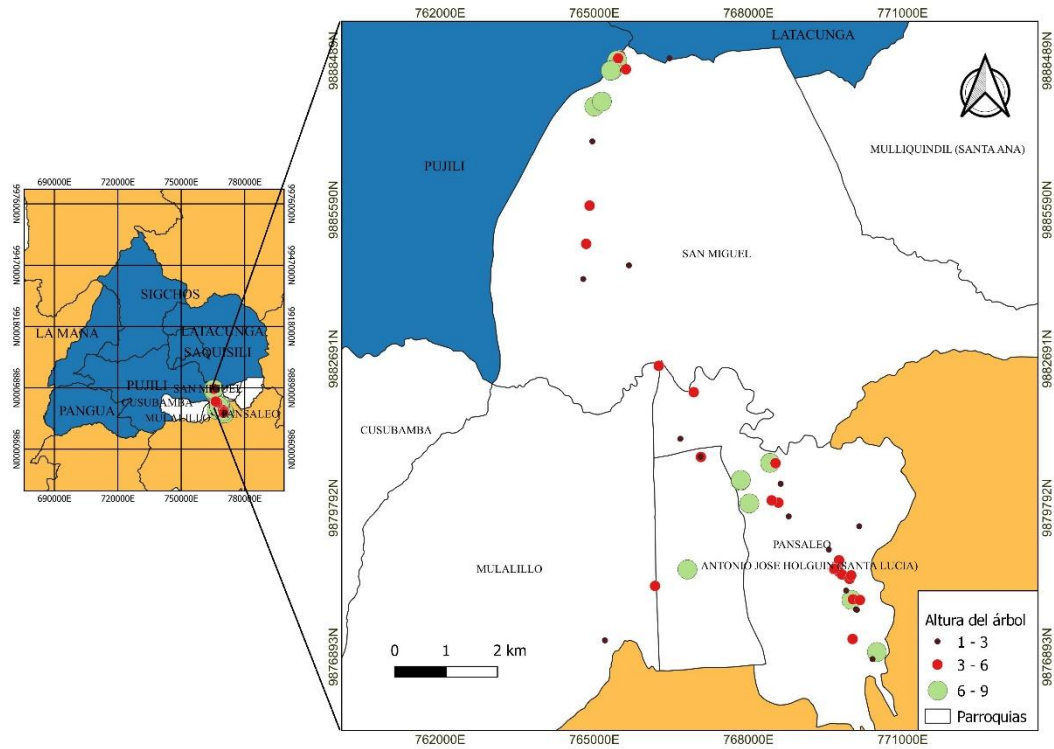
Cantón	Categorías (m)	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
	<b>Xi</b>	<b>ni</b>	<b>Ni</b>	<b>fi</b>	<b>Fi</b>
<b>Salcedo</b>	1 - 3	22	22	34,92%	34,92%
	3 - 6	28	50	44,44%	79,37%
	6 - 9	13	63	20,63%	100,00%
<b>Latacunga</b>	1 - 3	11	11	61,11%	61,11%
	3 - 6	2	13	11,11%	72,22%
	6 - 9	5	18	27,78%	100,00%
<b>Pujilí</b>	1 - 3	4	4	33,33%	33,33%
	3 - 6	8	12	66,67%	100,00%

**Elaborado por:** Cuchiye (2022)

En el cantón Salcedo, específicamente en la parroquia Antonio José de Holguín, el sector Ulivisur alberga árboles de Guarango con una altura entre 1 a 3 m, Santa María con árboles que varían entre 3 a 6 m y en el centro de 6 a 9 m. En la parroquia Mulalillo en los sectores Barrio nuevo y San Luis se encuentran árboles de 3 a 6 m. En la parroquia Panzaleo en los sectores Jacho, Patain, Tigualo chico, Tigualo y Yambo tienen alturas de 1 a 3 m, 3 a 6 m, y 6 a 9 m. En la parroquia San Miguel, en los sectores Salache Promejoras, Collanas, Salache Angamarca, Sighocalle y San Andrés de Pilalo se encuentra árboles entre 1 a 3 m, 3 a 6 m y 6 a 9 m.



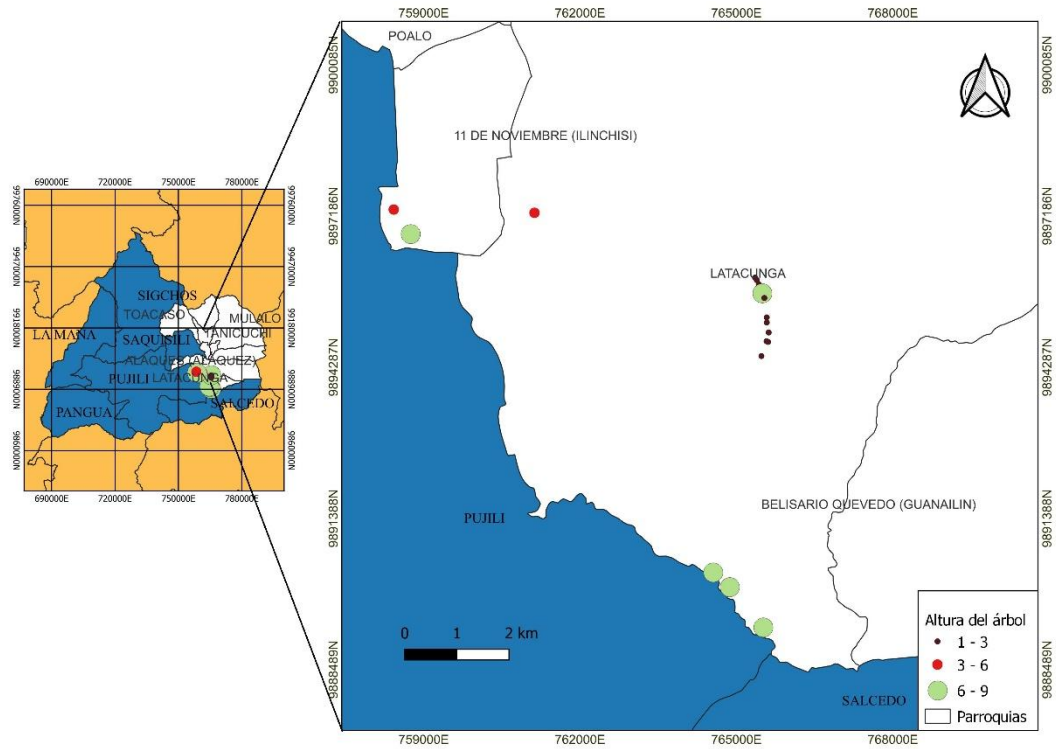
**Figura 11.** Altura del árbol – Salcedo



**Elaborado por:** Cuchiye (2022)

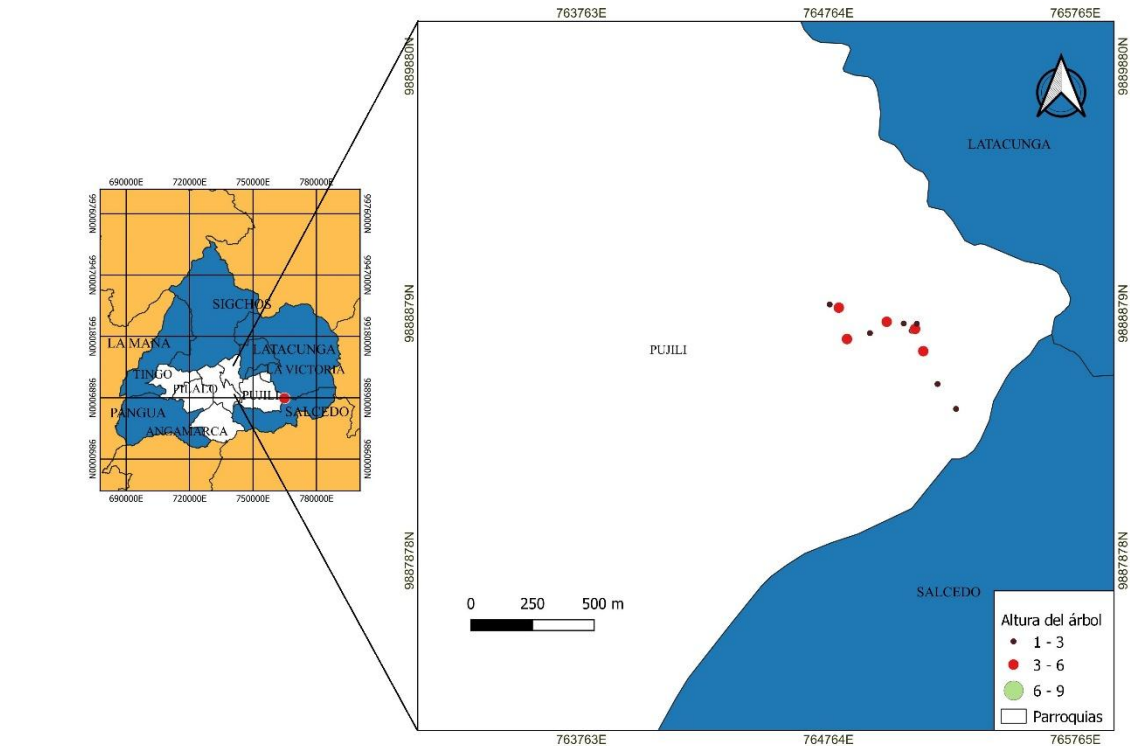
En el cantón Latacunga en la parroquia Once de Noviembre, el sector de Cristo Rey alberga árboles con una altura entre 3 a 6 m. En la parroquia Eloy Alfaro, en los sectores Salache y Los Hornos se encuentran árboles con alturas entre 3 a 6 m, y 6 a 9 m. En la parroquia Ignacio Flores en los sectores Nintinacaso y Loreto se encuentran árboles de Guarango con una altura entre 1 a 3 m, y 6 a 9 m.

**Figura 12.** Altura del árbol - Latacunga



**Elaborado por:** Cuchiye (2022)

En Cantón Pujilí en la parroquia Pujilí Matriz, el sector Angamarcalles alberga árboles con una altura entre 1 a 3 m, y 3 a 6 m.

**Figura 13.** Altura del árbol - Pujilí

Elaborado por: Cuchiye (2022)

### 11.2.2 Diámetro Altura del Pecho (DAP)

Al analizar la frecuencia relativa se pudo evidenciar que el cantón Latacunga alberga la mayor población (27,78%) de Guarangos con DAP entre 70 a 100 cm. El cantón Salcedo aloja la mayor cantidad (61,11%) entre 35 a 70 cm, y el cantón Pujilí tiene tienen la mayor población de árboles (66,67%) entre 1 a 35 cm.

**Tabla 8.** Frecuencia DAP

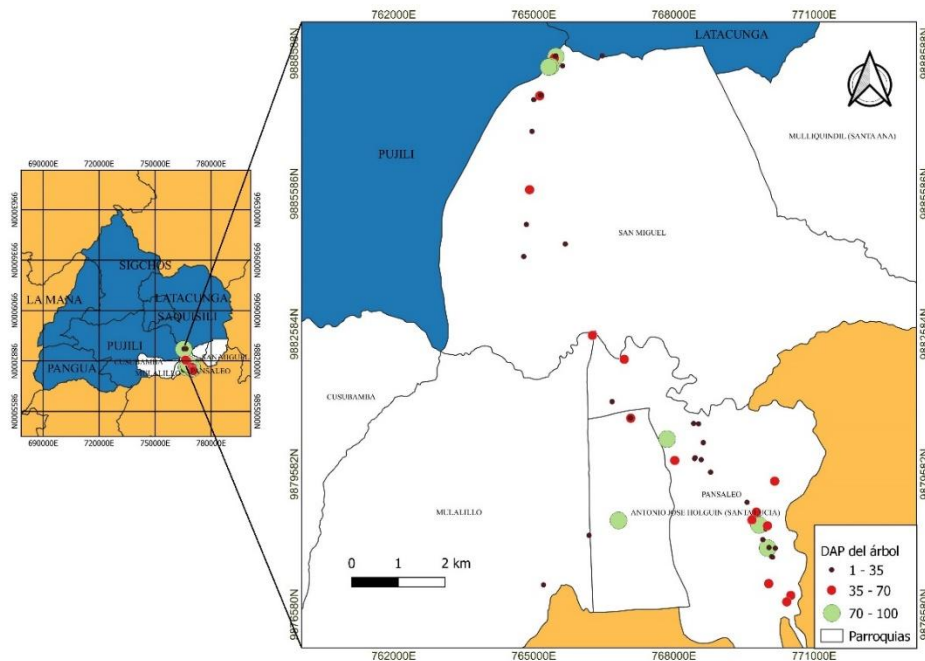
Cantón	Categorías (cm)	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
	Xi	ni	Ni	fi	Fi
Salcedo	1 - 35	37	37	58,73%	58,73%
	35 - 70	18	55	28,57%	87,30%
	70 - 100	8	63	12,70%	100,00%

	1 - 35	11	11	61,11%	61,11%
<b>Latacunga</b>	35 - 70	2	13	11,11%	72,22%
	70 - 100	5	18	27,78%	100,00%
	<hr/>				
	1 - 35	8	8	66,67%	66,67%
<b>Pujilí</b>	35 - 70	2	10	16,67%	83,33%
	70 - 100	2	12	16,67%	100,00%
	<hr/>				

**Elaborado por:** Cuchiye (2022)

En el cantón Salcedo en la parroquia Antonio José de Holguín, los sectores Ulivisur y Santa María albergan Guarangos con DAP que varían entre 1 a 35 cm, y 35 a 70 cm, mientras que en el Centro tienen un rango entre 70 a 100 cm. En la parroquia Mulalillo en los sectores Barrio nuevo y San Luis se hallan árboles entre 1 a 35 cm, y 35 a 70 cm. En la parroquia Pansaleo en los sectores Jacho, Patain, Tigualo chico, Tigualo y Yambo se alojan árboles entre 1 a 35 cm, 35 a 70 cm, 70 a 100 cm. En la parroquia San Miguel en los sectores Salache Promejoras, Collanas, Salache Angamarca, Sigchocalle y San Andrés de Pilalo tienen especies entre 1 a 35 cm, 35 a 70 cm, y 70 a 100 cm.

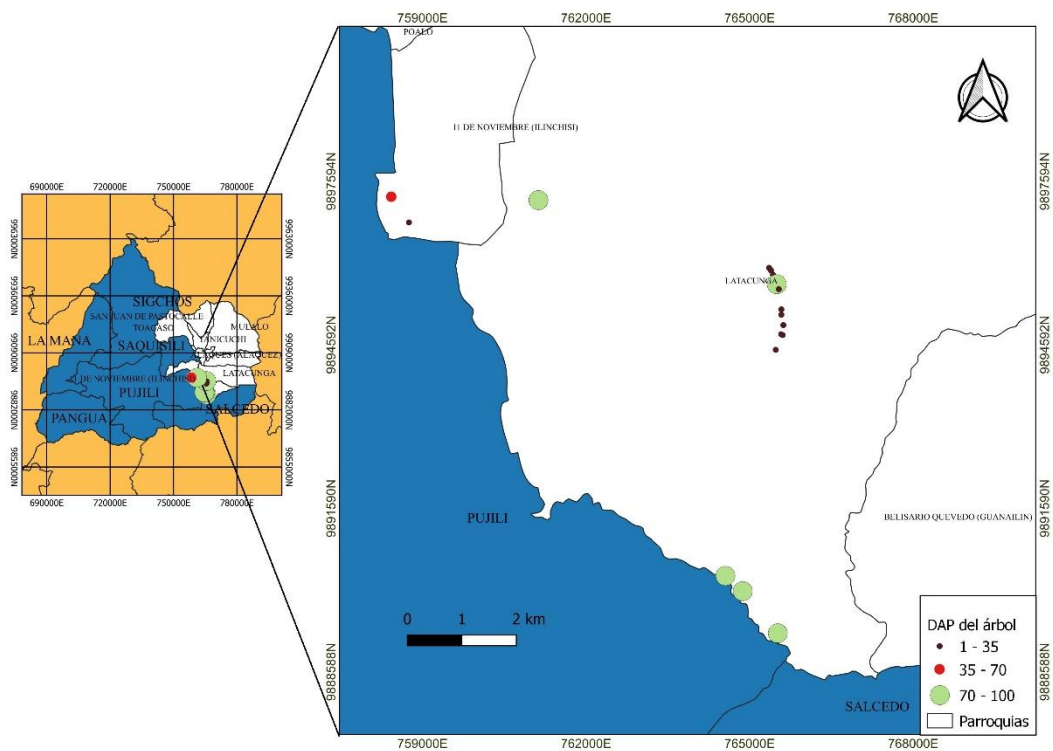
**Figura 14.** DAP del árbol - Salcedo



**Elaborado por:** Cuchiye (2022)

En Cantón Latacunga en la parroquia Once de Noviembre, el sector de Cristo Rey alberga arboles con DAP entre 1 a 35 cm, y 35 a 70 cm. En la parroquia Eloy Alfaro en los sectores Salache y Los Hornos se encuentran árboles que varían entre 70 a 100 cm. En la parroquia Ignacio Flores, los sectores Nintinacaso y Loreto tienen árboles de 1 a 35 cm, 35 a 70 cm, y 70 a 100 cm.

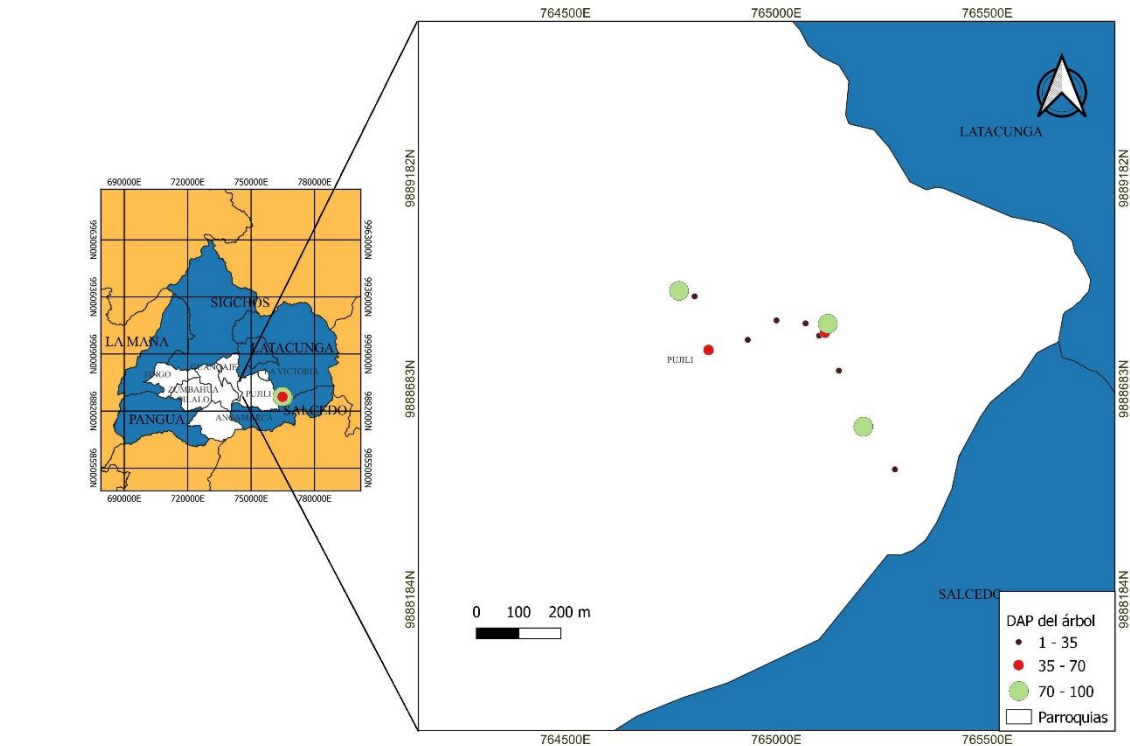
**Figura 15.** DAP del árbol - Latacunga



**Elaborado por:** Cuchiye (2022)

En Cantón Pujilí en la parroquia Pujilí Matriz, el sector Angamarcalles alberga arboles con DAP entre 1 a 35 cm, 35 a 70 cm, y 70 a 100 cm.

Figura 16. DAP del árbol - Pujilí



Elaborado por: Cuchiye (2022)

### 11.2.3 Diámetro de copa

Mediante el análisis de frecuencia relativa se pudo evidenciar que el cantón Latacunga alberga la mayor población (38,89%) de árboles de Guarango con diámetro de copa que varía entre 6 a 10 m. A nivel de los cantones Latacunga y Pujilí se alojan la mayor cantidad de especies (33,33%) entre 3 a 6 m, y en el cantón Pujilí se tiene un mayor conjunto (66,67%) con rangos de 1 a 3 m.

Tabla 9. Frecuencia diámetro de copa

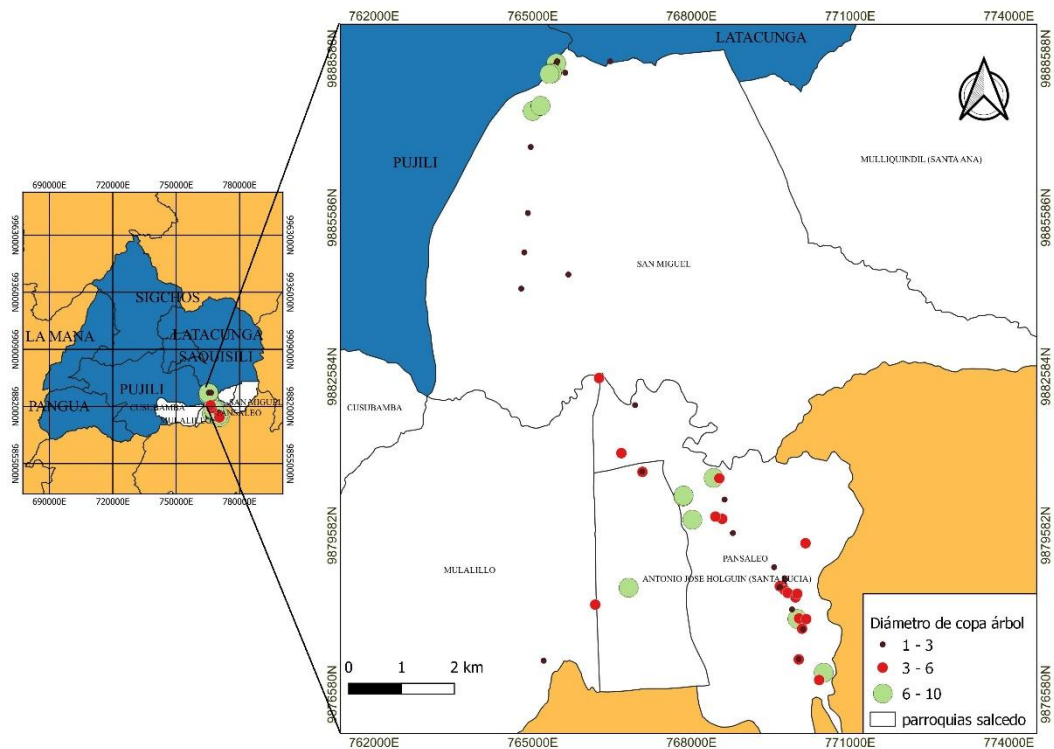
Cantón	Categorías (m)	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
	Xi	ni	Ni	fi	Fi
Salcedo	1 - 3	32	32	50,79%	50,79%
	3 - 6	24	56	38,10%	88,89%

	6 - 10	7	63	11,11%	100,00%
	1 - 3	5	5	27,78%	27,78%
<b>Latacunga</b>	3 - 6	6	11	33,33%	61,11%
	6 - 10	7	18	38,89%	100,00%
<b>Pujilí</b>	1 - 3	8	8	66,67%	66,67%
	3 - 6	4	12	33,33%	100,00%

Elaborado por: Cuchipec (2022)

En el cantón Salcedo en la parroquia Antonio José de Holguín, los sectores Ulivisur y Santa María albergan árboles de Guarango con diámetro copa entre 1 a 3, y 3 a 6 m, mientras que en el Centro de 6 a 10 m. En la parroquia Mulalillo en los sectores Barrio nuevo y San Luis se alojan árboles entre 1 a 3 m, y 3 a 6 m. En la parroquia Pansaleo en los sectores Jacho, Patain, Tigualo chico, Tigualo y Yambo tienen árboles entre 1 a 3 m, 3 a 6 m, y 6 a 10 m. En parroquia San Miguel en los sectores Salache Promejoras, Collanas, Salache Angamarca, Sigchocalle y San Andrés de Pilalo se hallan aquellos de 1 a 3 m, y 3 a 6 m.

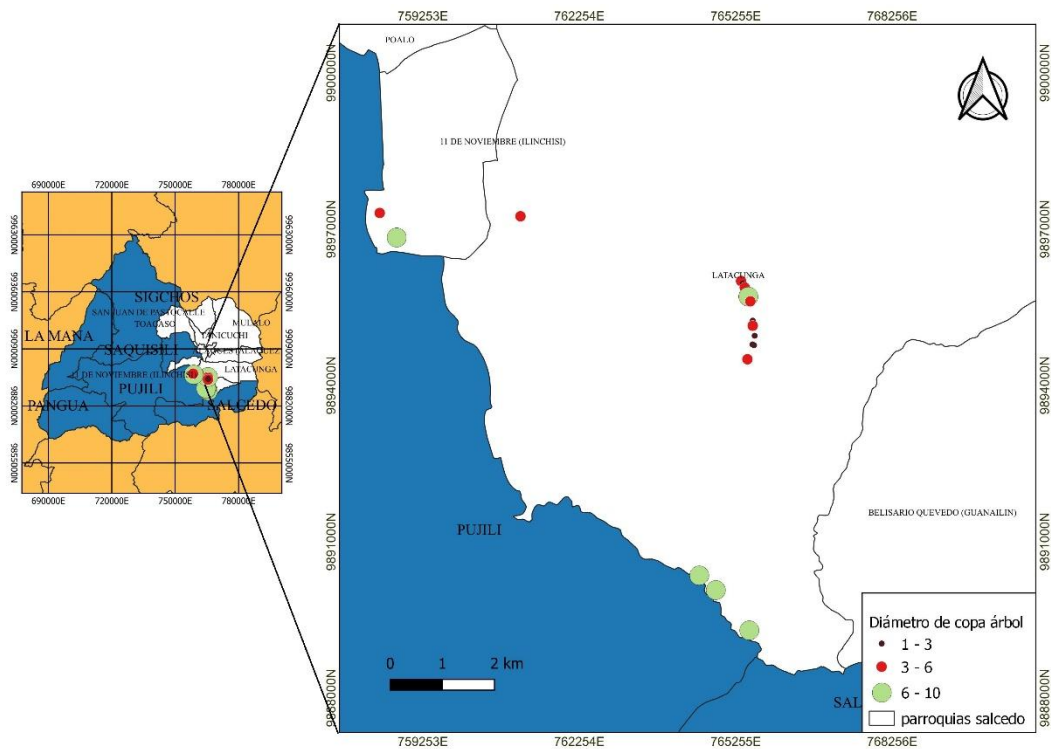
Figura 17. Diámetro de la copa del árbol - Salcedo



Elaborado por: Cuchipec (2022)

En Cantón Latacunga en la parroquia Once de Noviembre, el sector de Cristo Rey alberga árboles de Guarango con diámetro copa que varía entre 6 a 10 m. En la parroquia Eloy Alfaro en los sectores Salache y Los Hornos, se alojan árboles de 3 a 6 m, y 6 a 10 m. En la parroquia Ignacio Flores en los sectores Nintinacaso y Loreto tienen valores de 1 a 3 m, 3 a 6 m, y 6 a 10 m.

**Figura 18.** Diámetro de la copa del árbol – Latacunga

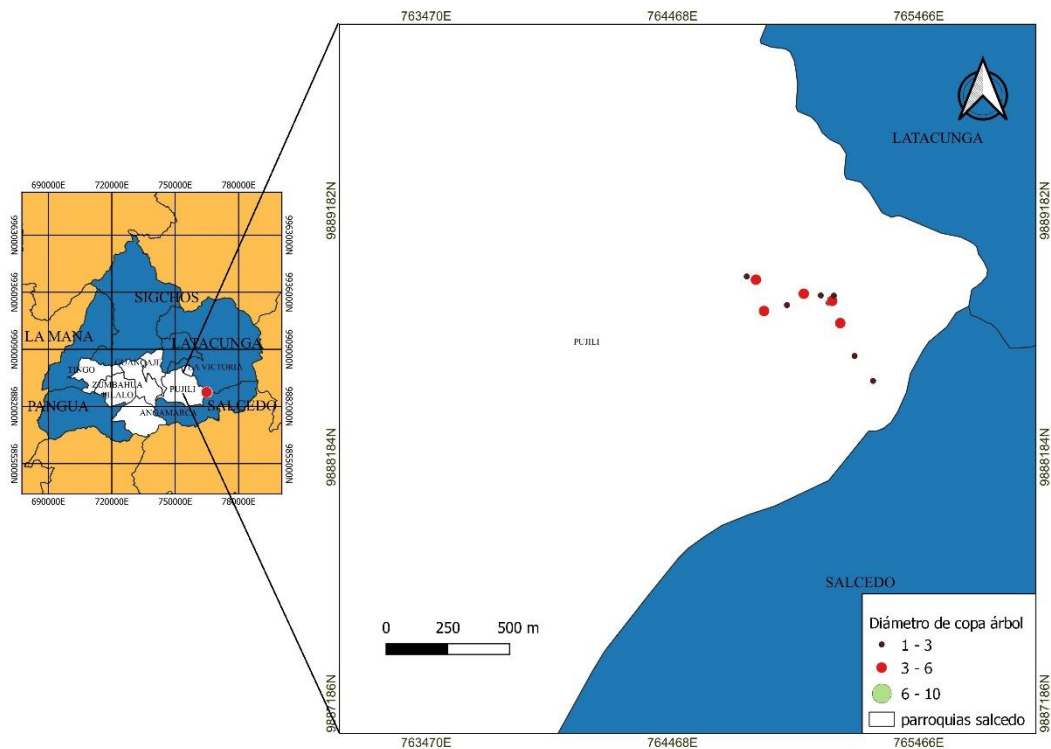


Elaborado por: Cuchiye (2022)

En Cantón Pujilí en la parroquia Pujilí Matriz, el sector Angamarcalle alberga arboles con diámetro copa entre 1 a 3 m, y 3 a 6 m.



**Figura 19.** Diámetro de la copa del árbol – Pujilí



**Elaborado por:** Cuchiye (2022)

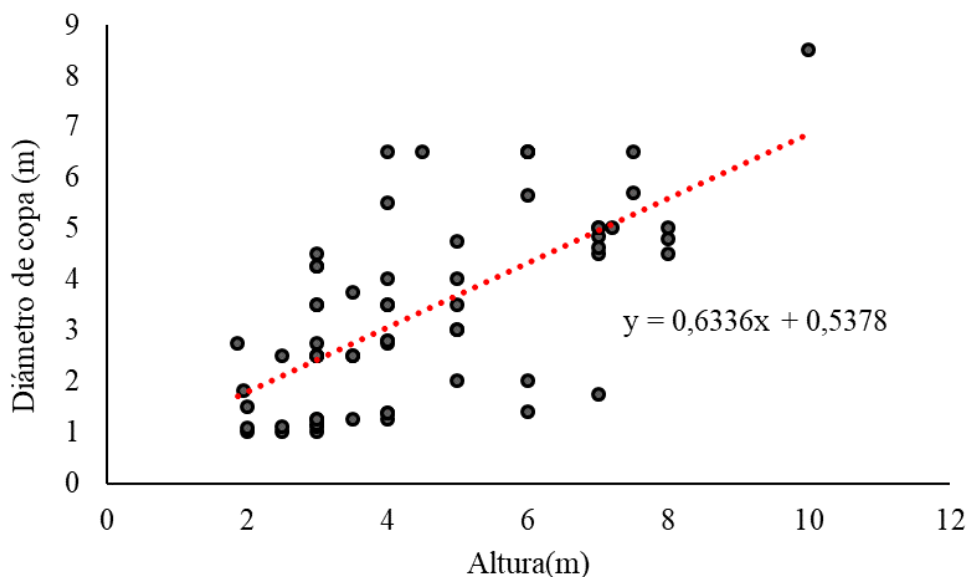
#### 11.2.4 Análisis de la distribución espacial del Guarango en Cotopaxi

El análisis de las variables de la temperatura, precipitación, suelo y tipos de clima evidenció que no existe ninguna relación con la altura del guarango, diámetro altura pecho y diámetro de copa.

Sin embargo, se evidenció que en la provincia de Cotopaxi los árboles de Guarango se desarrollan en el clima Ecuatorial Mesodérmico Seco, es decir el árbol de Guarango crece bajo condiciones que según Pourrut (1995) se asocian a los valles interandinos abrigados y de menor altura, en las temperaturas medias anuales entre 12 y 20 °C con muy poca diferencia entre los meses de verano e invierno, además de lluvias anuales inferiores a 500 mm. Durante estas condiciones climáticas se presentan dos picos pluviométricos que se encuentran separados por dos estaciones secas, con insolación que siempre es mayor a las 1.500 horas por año y humedad relativa comprendida en un rango de 50 y 80%.

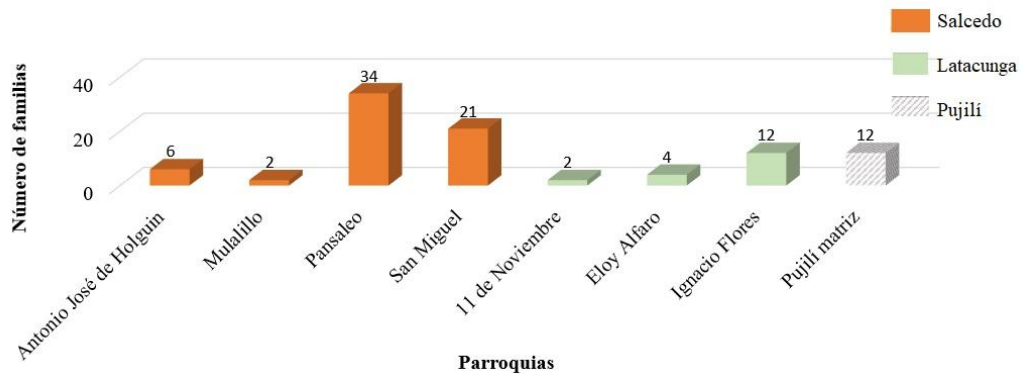
El análisis de correlación de Pearson ( $p \leq 0.05$ ) entre altura, diámetro altura pecho y diámetro de copa, determinó sola una correlación directa entre altura y diámetro de copa. Es decir, a medida que crece el árbol también aumenta el diámetro de la copa. Arias (2005) menciona que el diámetro de la copa indica la dimensión del aparato fotosintético del árbol, lo cual expresa la relación directa que existe con su capacidad de crecimiento. Los valores porcentuales de la copa que expresan la relación entre la altura total del árbol y el largo de copa, han sido utilizados como regresores en modelos del grado de competencia entre los individuos, así como indicadores de la vitalidad de los árboles.

**Figura 20.** Coeficiente de correlación entre altura y diámetro de copa.



**Elaborado por:** Cuchipe (2022)

En la provincia de Cotopaxi, el cantón Salcedo presenta la mayor concentración de árboles de Guarango en la parroquia Panzaleo en el sector Jacho. En el cantón Latacunga se hallan en la parroquia Ignacio Flores, en el sector Nintinacaso. En el cantón Pujilí se encuentran los árboles en la parroquia Matriz, en el sector Angamarcacalle. A nivel de los tres cantones, Salcedo, Latacunga y Pujilí, la mayor concentración de árboles de Guarango se encuentra en el Cantón Salcedo - Parroquia Panzaleo - Sector Jacho.

**Figura 21.** Distribución del Guarango en la provincia de Cotopaxi

Elaborado por: Cuchiye (2022)

## 12 IMPACTOS

### 12.1 Sociales

El impacto social del proyecto se basa, en los beneficios que obtendrán los interesados a corto y largo plazo. En este caso, las comunidades que poseen cultivos de guarango y trabajan con ellos, pueden ser favorecidas a través de los programas, como el establecido por la Fundación Heifer, que tiene como fin ofrecer la ayuda necesaria para que el mercado del Guarango pueda aprovecharse de la mejor manera. Con ello, se puede mejorar la calidad de vida de los involucrados, al obtener el apoyo necesario para el surgimiento de cadenas de negocio, que traigan beneficios incluso al Estado y a todo el país.

### 12.2 Ambientales

Conocer acerca de la distribución del Guarango en la provincia de Cotopaxi, permitirá saber las zonas donde existe la planta y donde se puede aprovechar óptimamente su presencia, pues el Guarango es ideal para prevenir la erosión en el suelo, de modo que se lo aprovecha comúnmente en los programas de agroforestería, como fuente esencial de mejoramiento de cultivos. También su hojarasca permite la protección del suelo, a través de la producción de humus de alta calidad.

## 13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1 Conclusiones

- El guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la provincia de Cotopaxi tiene una altura media  $4\pm 1,82$  m; el diámetro altura pecho es  $0,28\pm 0,23$  m; diámetro copa es  $3 \pm 1,71$ m. La floración se presenta en los meses de octubre a noviembre (primer periodo) y de abril a mayo (segundo periodo) y la fructificación en los meses de enero a febrero (primer período) y julio a agosto (segundo periodo). El estado fitosanitario del guarango va del rango de estado bueno a regular. La caracterización del árbol de guarango en Cotopaxi evidencia que no existe un buen desarrollo del guarango, esto se debe al inadecuado manejo agronómico, ya que se encuentran rezagados en los linderos, a lado de carreteras y quebrabas, porque esta planta no genera ningún ingreso económico por lo que no existe un mercado para la venta de sus vainas.
- En la provincia de Cotopaxi se identificó el guarango solo en los cantones Salcedo, Latacunga y Pujilí, pero la mayor concentración de árbol se encuentra en cantón Salcedo parroquia Pansaleo en el sector Jacho. Sin embargo, Latacunga tiene los árboles más grandes (6-9 m), mayor diámetro altura pecho (0.7-1.0 m), cabe mencionar que solo el (13%) de los árboles tienen esta magnitud ya que se encuentran dentro del sistema agroforestal, junto a cultivos de maíz, tuna y alfalfa por lo que las condiciones del sitio les favoreció para su buen desarrollo.

### 13.2 Recomendaciones

- Seguir con la búsqueda de los árboles del guarango en la provincia de Cotopaxi a nivel de cantones por sitios más recónditos.
- Establecer en la provincia de Cotopaxi un centro de acopio ya que no existe un mercado establecido para la comercializar vainas del guarango, así, como en las otras provincias como Chimborazo, Tungurahua, Imbabura y Carchi que tienen un centro de acopio para que los pequeños y medianos agricultores puedan vender y con ello exportar a otros países.
- Incentivar a las personas a que cuiden y conserven los árboles del guarango ya que están siendo marginados cada vez más esta especie.

## 14 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático.* .
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2017). *Control y manteniendo fitosanitario a los árboles de la ciudad.* Alcaldía de Santiago de Cali. <https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/134710/control-y-manteniendo-fitosanitario-a-los-arboles-de-la-ciudad/>
- Alonso, F. (2013). *Sistemas de Información Geográfica.* <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- ArcGIS. (2022). *La cartografía es para todos* . Esri. <https://learn.arcgis.com/es/arcgis-book/chapter2/>
- ArcGIS Resource Center. (2022). *¿Qué es ArcGIS?* . ArcGIS . <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Arias, D. (2005). Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. *Kurú: Revista Forestal (Costa Rica)*, 2(5).
- Arteaga, B. (2015). *Estudio de factibilidad para la implementación de una finca productora de Guaranga (Caesalpinia spinosa) en el sector San Guillermo, Imbabura, Ecuador 2014* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9830/1/UPS-YT00240.pdf>
- Ayala, S. (2020). *Cuartiles, Deciles, Percentiles.* [https://www.uaeh.edu.mx/division\\_academica/educacion-media/repositorio/2010/6- semestre/estadistica/cuartiles-deciles-y-ercentiles.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/division_academica/educacion-media/repositorio/2010/6- semestre/estadistica/cuartiles-deciles-y-ercentiles.pdf)
- Climate-Data. (2022). *Clima: Provincia de Cotopaxi.* Climate-Data. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-cotopaxi-54/>

- Cuñachi, G. (n.d.). *Manual Práctico de Inventarios Forestales*. Retrieved July 19, 2022, from [http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/3033/Technical/TFL-SPD-030-12-R1-M-Manual-Practico-InventarioForestal.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3033/Technical/TFL-SPD-030-12-R1-M-Manual-Practico-InventarioForestal.pdf)
- de La Puente, C. (2018). *Estadística descriptiva e inferencial* (1st ed.). [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57894581/Estadistica\\_descriptiva\\_e\\_inferencial\\_-\\_Carlos\\_De\\_La\\_Puente\\_Viedma-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1657030798&Signature=ELoRMn0QMUnonjezzXSbA03TdiuIBv51q2qQIFLR0UUjSG8Y~v37K1uZ~2QBWKmjc77CYkbKBPSoogA1IZ8mCOc74mEH0h31AVS8emvXGlxVfDZG2gM-6FGE1PZLa3RT3noNPqRmcXXEGO2oi2-MqyHuGTdn556zZq9WIDy9bO7s8xEIYA8las6G7rvmqJgG6vR6Q5Sm1gb4UQIO~vwDAg99Btd5AM5O1iZxQT3Cg8inWEvrwMXA1JZWP1GsZQL51qagZCKjFWINJ0d5t-Gdj-pMFgrWC3vxxbexa8vpHJCncBWFj4iVj5j~SeZgEUqKSK3hDn8QSA2Za](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57894581/Estadistica_descriptiva_e_inferencial_-_Carlos_De_La_Puente_Viedma-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1657030798&Signature=ELoRMn0QMUnonjezzXSbA03TdiuIBv51q2qQIFLR0UUjSG8Y~v37K1uZ~2QBWKmjc77CYkbKBPSoogA1IZ8mCOc74mEH0h31AVS8emvXGlxVfDZG2gM-6FGE1PZLa3RT3noNPqRmcXXEGO2oi2-MqyHuGTdn556zZq9WIDy9bO7s8xEIYA8las6G7rvmqJgG6vR6Q5Sm1gb4UQIO~vwDAg99Btd5AM5O1iZxQT3Cg8inWEvrwMXA1JZWP1GsZQL51qagZCKjFWINJ0d5t-Gdj-pMFgrWC3vxxbexa8vpHJCncBWFj4iVj5j~SeZgEUqKSK3hDn8QSA2Za)
- de la Torre, L. (2018). *La Tara, beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales*. <https://condesan.org/wp-content/uploads/2018/10/Libro-Tara-Condesan-2.pdf>
- Díaz, P. (2010). *Forestación piloto con la tara en la microcuenca de San Juan (Alto Jequetepeque) Cajamarca*. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS .
- Diéguez, U., Castedo, F., Barrio, M., Álvarez, J., Rojo, A., & Ruiz, A. (2005). *Prácticas de dasometría* . [https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Rojo-Alboreca/publication/305640101\\_Practicas\\_de\\_dasometria/links/5797266408ae33e89faea3f8/Practicas-de-dasometria.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Rojo-Alboreca/publication/305640101_Practicas_de_dasometria/links/5797266408ae33e89faea3f8/Practicas-de-dasometria.pdf)
- Dodds, R. (2015). *Evaluación de proyecto de pre factibilidad para la plantación e instalación de una planta piloto de extracción de Harina y Goma de tara (Caesalpinia spinosa) en Chile* [Universidad de Chile ]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/134936/Evaluacion-de-proyecto-de-pre-factibilidad-para-la-plantacion-e-instalacion-de-una-planta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Dostert, N., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A., la Torre, M. I., & Weigend, M. (2009). Factsheet: Botanical data of Tara - *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. In *Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo - PROMPERÚ*. Proyecto Perú Biodiverso - PBD. <https://repositorio.promperu.gob.pe/handle/20.500.14152/1341>
- Emanuelli, P. (2011). *PRINCIPIOS BÁSICOS DE MEDICIÓN FORESTAL*. [http://forestal.mag.gob.sv/phocadownload/1\\_medicionesforestalesb-sicas-patricio-emanuelli-1307974790618.pdf](http://forestal.mag.gob.sv/phocadownload/1_medicionesforestalesb-sicas-patricio-emanuelli-1307974790618.pdf)
- Enciclopedia Del Ecuador. (2022). *Provincia de Cotopaxi - Geografía del Ecuador*. Enciclopedia Del Ecuador. <http://www.encyclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/provincia-de-cotopaxi/>
- ESPOCH. (2019). *EL GUARANGO UNA OPCIÓN AGROINDUSTRIAL Y DE EXPLOTACIÓN PARA LA “CONSERVACIÓN PRODUCTIVA”* -. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://epoch.edu.ec/index.php/component/k2/item/3520-el-huarango-una-opci%C3%B3n-agroindustrial-y-de-explotaci%C3%B3n-para-la-%E2%80%9Cconservaci%C3%B3n-productiva%E2%80%9D.html>
- Fabara, V. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción de Guarango (Caesalpinia spinosa) en el cantón de Guano- Chimborazo- Ecuador* [UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2350/1/103384.pdf>
- FAO. (2004). *INVENTARIO FORESTAL NACIONAL. MANUAL DE CAMPO MODELO*. [www.fao.org/forestry](http://www.fao.org/forestry)
- FAO. (2022). *Conjunto de herramientas GFS. Información básica*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/forest-inventory/basic-knowledge/es/>
- Flores, M., Alarcón, E. J., Zarate, R., Rengifo, A. M., Flores, J. L., Ruiz, J. C., & Mozombite, L. F. (2015). *FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN DE DIEZ ESPECIES DE PLANTAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA FORESTAL (CIEFOR)*,

- PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ. *Folia Amazónica*, 24(2), 1. <https://doi.org/10.24841/fa.v24i2.66>
- FONAG. (2006). Cadenas Agroproductivas para la conservación de la cuenca media del Río Pita. In *Fondo para la Protección del Agua - FONAG* . [https://issuu.com/fonag/docs/cadenas\\_agroproductivas](https://issuu.com/fonag/docs/cadenas_agroproductivas)
- Fondo de Inversión Ambiental Sostenible. (2022, March 3). *REM promueve la comercialización de guarango* . FIAS. <https://fias.org.ec/rem-promueve-la-comercializacion-de-guarango/>
- GAD Provincial de Cotopaxi. (2018). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cotopaxi 2025*.
- Gobierno Provincial de Loja. (n.d.). *Proyecto Guarango - Tara*. Gobierno Provincial de Loja . Retrieved August 10, 2022, from <https://docplayer.es/57353166-Proyecto-guarango-tara.html>
- González, L., Ferro, J., Rodríguez, D., & Berazaín, R. (2017). MÉTODOS DE INVENTARIO DE PLANTAS . In *DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE CUBA*.
- Hernández, A. (2013). CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE RECURSOS FITOGENÉTICOS. *REVISTA BIO CIENCIAS*, 2(3), 113–118. <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/41/133>
- Imaña, J. (2011). *Mensura dasométrica*. [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15807/3/LIVRO\\_MensuraDasom%C3%A9trica.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15807/3/LIVRO_MensuraDasom%C3%A9trica.pdf)
- Lara, R. (2019). “EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*), EN EL VIVERO EXPERIMENTAL CEASA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2019 [UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI ]”. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5269/6/PC-000724.pdf>
- Larrea, M. (2010). *Tara, guarango o taya (Caesalpinia spinosa) en la Región (Ecuador, Perú y Bolivia): Criterios ambientales para su aprovechamiento y manejo sustentables*.



<http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/40e1ccba1f1b3be8ebb11ee76b3b0c0d4.pdf>

LAVEP- UNAM. (2018). *Medición del diámetro (dap) de un árbol*.  
[https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/ppt\\_medici%C3%B3n\\_del\\_di%C3%A1metro\\_de\\_un\\_%C3%A1rbol.pdf](https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/ppt_medici%C3%B3n_del_di%C3%A1metro_de_un_%C3%A1rbol.pdf)

Maciel Mata, C. A., Manríquez Morán, N., Octavio Aguilar, P., & Sánchez Rojas, G. (2015). Geographical distribution of the species: a concept review. *Acta Universitaria*, 25(2), 3–19. <https://doi.org/10.15174/au.2015.690>

Malleux, J. (1970). Estudio de la Relación D.A.P. con el Diámetro de Copa en un Bosque Húmedo Sub Tropical. *Revista Forestal Del Perú*, 4(1–2).  
<https://doi.org/10.21704/RFP.V4I1-2.1089>

Mancero, L. (2008). *La tara (Caesalpinia spinosa) en Perú, Bolivia y Ecuador: Análisis de la Cadena Productiva en la Región*.  
<https://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/bcbe5cf56c6e85153383169ed426f265.pdf>

Márquez, C. (2022, April 27). *El guarango activa la asociatividad en Chimborazo y además se exporta*. Youtopia. <https://youtopiaecuador.com/economia-e-inclusion/guarango-organico-exportacion-guano-chimborazo/>

Matus, J. (1995). *ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA E INFERENCIAL I* (L. Bello & J. Cruz, Eds.).

Narváez, A., Calvo, A., & Troya, A. (2009). *Las poblaciones naturales de la tara (Caesalpinia spinosa) en el Ecuador: una aproximación al conocimiento de la diversidad genética y el contenido de taninos a través de estudios moleculares y bioquímicos*.  
[www.bosquesandinos.info](http://www.bosquesandinos.info)

Navas, A. (2011). *INVENTARIACIÓN Y EVALUACIÓN DE ÁRBOLES DE GUARANGO (Caesalpinia spinosa) y DETERMINACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA SU CULTIVO EN CUATRO COMUNIDADES DEL CANTÓN GUANO [ESCUELA*

SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO].  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/777/1/33T0082.pdf>

Olaya, V. (2009). Sistemas de Información Geográfica libres y geodatos libres como elementos de desarrollo. *Cuadernos Internacionales de Tecnología Para El Desarrollo Humano*, 8. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7584/08\\_TIG\\_05\\_victor.pdf;jsessionid=3930436456DA616DF65040040167D9F7?sequence=1](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7584/08_TIG_05_victor.pdf;jsessionid=3930436456DA616DF65040040167D9F7?sequence=1)

Pérez, P. (2016). EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PLANTAS INDUSTRIALES MEDIANTE UN ÍNDICE DE DESEMPEÑO. *Revista de Administração de Empresas*, 56(5), 533–546. <https://doi.org/10.1590/s0034-759020160507>

Perú Biodiverso. (2009). *Factsheet: Datos botánicos de Tara Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze*. [http://www.botconsult.com/downloads/Tara\\_factsheet\\_final.pdf](http://www.botconsult.com/downloads/Tara_factsheet_final.pdf)

Pourrut, P. (1995). *El agua en el Ecuador* (Estudios de Geografía, Ed.; Vol. 7). [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/divers2/010014823.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014823.pdf)

Requena, B. (2022). *Tabla de frecuencias*. Universo Fórmulas. <https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/tabla-frecuencias/>

Riesco, G. (1997). *INTRODUCCION AL INVENTARIO FORESTAL*. [https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/20374/1997\\_Inventario\\_Riesco\\_Introduccion\\_inventario\\_forestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/20374/1997_Inventario_Riesco_Introduccion_inventario_forestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rojas, O., Rojas, N., & Díaz, G. (2010). Forestación piloto con tara en Cajamarca. *Revista de La Facultad de Ingeniería Industrial*, 13(1), 45–56. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/Publicaciones/indata/V13\\_n1/pdf/a07v13n1.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/Publicaciones/indata/V13_n1/pdf/a07v13n1.pdf)

Salinas, H. (2009). *Estadística Descriptiva*. <http://dta.atalca.cl/estadistica/>

U.S. government. (2022). *Sistema de Posicionamiento Global*. Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría Por Satélite. <https://www.gps.gov/spanish.php>

- Vergagni, G. (2006, November 7). *Factores a considerar al definir la localización de una planta* . Maizar. <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=225>
- Villanueva Mendoza, C. Manuel. (2007). *La tara : el oro verde de los Incas*. Ediciones AGRUM, Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://www.asocam.org/node/52552>
- Wabo, E. (2002). *CAPÍTULO 7: INFORMACIÓN SOBRE BOSQUES e INVENTARIO FORESTAL*.
- Zárate, R., Amasifuen, C., & Flores, M. (2006). Floración y Fructificación de plantas leñosas en bosques de arena blanca y de suelo arcilloso en la Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Biología*, 13(1). [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332006000100005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332006000100005)
- Zevallos, P., & Yana, J. (2018). *ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE HARINA DE LA VAINA DE TARA (CAESALPINIA SPINOSA) COMO INSUMO INDUSTRIAL, PARA MERCADOS DE EXPORTACIÓN [UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA]*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7217/IQzesapl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 15 ANEXOS

## Anexo 1. Aval de traductor.

CENTRO  
DE IDIOMAS*AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: “**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI**” presentado por: **Cuchipe Cuchipe Edwin Medardo**, egresado de la Carrera de: **Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Septiembre del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diana Taipe', is written over a horizontal dashed line.

CENTRO  
DE IDIOMAS

Mg. Diana Taipe  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
 CI: 1720080934



**Anexo 3.** Fotos realizadas las encuestas a los propietarios de los árboles del Guarango.



**Anexo 4.** Matriz de caracterización del Guarango



EVALUACIÓN ÁRBOL DEL GUARANGO				
<b>Ubicación del árbol</b>	Punto .....	Latitud(X) .....	Longitud (Y) .....	Altitud (msnm) .....
<b>Altura (m)</b>				
<b>Diámetro a la altura de pecho(DAP) cm</b>				
<b>Diámetro de copa</b>	N/S		E/O	
<b>Estado fitosanitario</b>	Bueno			
	Regular			
	malo			
<b>Mes de floración</b>				
<b>Mes de fructificación</b>				

**Anexo 5.** Toma de las coordenadas geográficas del árbol del Guarango.



**Anexo 6.** Toma de la altura del árbol del Guarango



**Anexo 7.** Toma del diámetro pecho del árbol del Guarango.



**Anexo 8.** Recolección de datos de diámetro de copa





**Anexo 9.** Estado fitosanitario de la planta**Anexo 10.** Floración de la planta

**Anexo 11. Fructificación de la planta**

