



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE *Inga insignis* Kunth, DE LOS CANTONES IBARRA Y ANTONIO ANTE DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del
título de Ingeniera Forestal**

AUTORA

Carla Estefania Pumisacho Colimba

DIRECTOR

Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

IBARRA – ECUADOR

2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE *Inga insignis* Kunth, DE LOS CANTONES
IBARRA Y ANTONIO ANTE DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.**

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA FORESTAL

APROBADO

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD

Director de trabajo de titulación

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez,

Mgs.

Tribunal de trabajo de titulación

Ing. Jorge Luis Cue García, Mgs, PhD.

Tribunal de trabajo de titulación



Firmado electrónicamente por:

**JORGE LUIS
CUE GARCIA**

Ibarra – Ecuador

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE CIUDADANÍA:	100411351-8		
NOMBRES Y APELLIDOS:	Carla Estefania Pumisacho Colimba		
DIRECCIÓN:	Zuleta- Sector Carlosama		
EMAIL:	cepumisachoc@utn.edu.ec / carlitaestefi17@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2662176	TELÉFONO MÓVIL:	0981574021

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE <i>Inga insignis</i> Kunth, DE LOS CANTONES IBARRA Y ANTONIO ANTE DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.
AUTOR:	Carla Estefania Pumisacho Colimba
FECHA:	7 de febrero del 2022
SÓLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	Pregrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Forestal
DIRECTOR:	Ing. Mario José Añazco Romero, PhD

1. CONSTANCIA

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 7 días del mes de febrero de 2022

LA AUTORA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carla Pumisacho', written over a horizontal line.

Pumisacho Colimba Carla Estefania

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 7 de febrero del 2022

Carla Estefania Pumisacho Colimba: **PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE *Inga insignis* Kunth, DE LOS CANTONES IBARRA Y ANTONIO ANTE DE LA PROVINCIA DE IMBABURA** /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 7 de febrero del 2002, 101 páginas.

DIRECTOR: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD

El objetivo principal de la presente investigación fue: Comprobar los mejores métodos de propagación de la especie *Inga insignis*, de los cantones Ibarra y Antonio Ante. Entre los objetivos específicos se encuentran: Evaluar las características fenotípicas, para la recolección del material vegetal, Determinar los métodos apropiados de propagación sexual y asexual para *Inga insignis*, y Establecer costos de producción tanto para la propagación sexual y asexual.



.....
Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Director de trabajo de titulación



.....
Carla Estefania Pumisacho Colimba

Autora

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi madre Carmen Colimba y a mi padre José María Pumisacho, quienes me apoyaron para alcanzar mis anhelos.

A mis hermanos, Mateo, Sebastián, y Paula, por brindarme su apoyo durante esta etapa de mi vida.

Y por último a mis amigas y tías, quienes me animaron constantemente, para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por la vida, por darme la sabiduría, durante este proceso, para cumplir con esta meta.

A mis padres por ser mis pilares fundamentales en mi vida y por demostrarme su cariño y apoyo incondicional.

A David Pachito, por su ayuda y apoyo incondicional, en esta etapa final.

Al Ing. Nikson que desde la distancia me guió en el tema de mi tesis, gracias por su apoyo.

A la Universidad Técnica del Norte y en especial a los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal, por brindarme sus conocimientos y formación, durante mi vida estudiantil para obtener mi título, infinitamente gracias.

A mi grupo de investigación quienes con su conocimiento aportaron en el desarrollo y culminación de mi trabajo de investigación al Ing. Mario Añazco, Ing. Jorge Cue, Ing. Hugo Vallejos, y por último como no agradecer al Ing. Ramírez por su ayuda, mis más sinceros agradecimientos por todo.

A la señora Mercedes Hidalgo, quien me permitió recolectar las muestras en su propiedad, gracias por su amabilidad.

Y por último como no agradecer a mis amigos de la universidad y de afuera, gracias por ese apoyo incondicional, porque justo en el momento preciso me dieron la mano especialmente a Karina Cabascango, Marisol Quishpe, Alexandra Campo, y Juan Chimarro.

LISTA DE SIGLAS

COA. Código Orgánico Ambiental

MAE. Ministerio del Ambiente del Ecuador.

MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

ISTA. Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas.

INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- Ecuador

IVI. Índice de Valor de Importancia

IVF. Índice de Valor Forestal

TABLA DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	iii
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
LISTA DE SIGLAS	viii
Tabla de contenido	ix
INDICE TABLAS.....	xiii
INDICE FIGURAS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema de investigación.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Hipótesis	2
1.4.1 Reproducción sexual	2
1.4.2 Reproducción asexual	2
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Fundamentación legal.....	4

2.1.1	Constitución de la República del Ecuador (2008).....	4
2.1.2	Código Orgánico del Ambiente.....	4
2.1.3	Plan Nacional de desarrollo (2017-2021).....	4
2.1.4	Línea de investigación.....	5
2.2	Fundamentación teórica.....	5
2.2.1	Género Inga.....	5
2.2.2	<i>Descripción botánica</i>	8
2.2.3	Fijación de nitrógeno.....	9
2.2.4	Reproducción vegetal.....	10
2.2.5	Reproducción asexual	16
2.2.6	Sustancias reguladoras del crecimiento.....	18
2.2.7	Plagas y enfermedades	19
2.2.8	Costos	21
CAPÍTULO III.....		23
Materiales y métodos		23
3.1	Ubicación del área de estudio.....	23
3.1.1	Política.....	23
3.1.2	Geográfica.....	24
3.1.3	Datos climáticos	24
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS	25
3.2.1	Materiales	25
3.2.2	Equipos.....	25
3.2.3	Software	25
3.2.4	Material vegetal e insumos.....	25
3.3	Metodología.....	26

3.3.1	Delimitación del área de estudio	26
3.3.2	Selección de individuos.....	26
3.3.3	Caracterización fenotípica.....	26
3.3.4	Determinación de Muestra.	28
3.3.5	Preparación del ensayo.....	28
3.3.6	Recolección del material vegetativo	29
3.3.7	Instalación del ensayo	29
3.3.8	Labores de mantenimiento	30
3.3.9	Control fitosanitario	30
3.3.10	Variables a considerar para la caracterización morfológica de las semillas....	31
3.3.11	Variables para determinar la calidad de semillas	31
3.3.12	Prueba T- student.....	32
3.3.13	Diseño experimental.....	33
3.3.14	Factores de estudio	33
3.3.15	Tratamientos	34
3.3.16	Características de las pruebas de germinación por ensayo.....	35
3.3.17	Modelo estadístico.....	35
3.3.18	Evaluación de datos.....	36
3.3.19	Análisis de costos	38
CAPÍTULO Iv.....		41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		41
4.1	Caracterización fenotípica.....	41
4.2	Caracterización morfológica de la semilla	44
4.2.1	Tamaño.....	44
4.2.2	Semillas por vaina.	45

4.3 Determinación de la calidad de las semillas	47
4.3.1 Porcentaje de pureza.	47
4.3.2 Peso de semillas	48
4.4 Variables de estudio- Propagación sexual.....	50
4.4.1 Porcentaje de germinación.	50
4.4.2 Número de semillas germinadas cada siete días.	52
4.4.3 Velocidad de germinación.....	54
4.4.4 Vigor germinativo	55
4.4.5 Poliembrionía	56
4.4.7 Altura.....	62
4.4.8. Número de hojas.	65
4.4.9. Color de hojas	67
4.5. Propagación asexual.....	68
4.5.1. Brotes	68
4.6. Costos de producción	69
CAPÍTULO V	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
5.1 Conclusiones	71
5.2 Recomendaciones.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS.....	84

INDICE TABLAS

Tabla 1	Clasificación taxonómica.....	7
Tabla 2.	Enfermedades en las Hojas.	20
Tabla 3.	Coordenadas UTM, lugares de procedencia y propagación.....	24
Tabla 4.	Variables dasométricas y fenotípicas	27
Tabla 5.	Variables morfológicas cuantitativas y forma de determinarlas.	28
Tabla 6.	Factores y niveles estudiados- Propagación sexual.	33
Tabla 7.	Factores y niveles estudiados- Propagación asexual.....	34
Tabla 8.	Tratamientos de la propagación sexual.	34
Tabla 9.	Tratamientos de la propagación asexual.	35
Tabla 10.	Variables dasométricas de las procedencias de Antonio Ante e Ibarra.....	41
Tabla 11	Variables fenotípicas de las procedencias de Antonio Ante e Ibarra.	42
Tabla 12.	Variables morfológicas cuantitativas de los cantones Ibarra y Antonio Ante.	43
Tabla 13.	Valores de t student del tamaño de las semillas en largo y ancho (mm), de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.	45
Tabla 14.	Prueba T student de la medida de la vaina y el número de semillas por vaina de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.	47
Tabla 15.	Prueba T student- Porcentaje de pureza de Ibarra y Antonio Ante.....	48
Tabla 16.	Prueba T student- peso semillas de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante....	50
Tabla 17.	ADEVA del porcentaje de germinación.....	52
Tabla 18.	Prueba de Kruskall del número de semillas germinadas cada siete días.....	54
Tabla 19.	ADEVA Porcentaje de poliembrionía.....	59
Tabla 20.	Prueba de Kruskall número de semillas con poliembrionía en <i>Inga insignis</i> Kunth cada siete días.	60
Tabla 21.	Prueba de Kruskall- número de embriones en las semillas de <i>Inga insignis</i> Kunth por tratamiento.	62
Tabla 22.	Prueba de Kruskall de la altura de las plántulas, cada siete días.....	64
Tabla 23.	Prueba de Kruskall del número de hojas, cada siete días.....	66
Tabla 24.	Porcentaje promedio del color de las hojas de <i>Inga insignis</i> Kunth	67
Tabla 25.	Prueba de Kruskall del color de hojas (verde, amarillo, café).	68

Tabla 26. Costos de producción de la propagación sexual. 70

INDICE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de ubicación de los lugares de procedencia, Cantón Ibarra y Antonio Ante</i>	23
Figura 2. <i>Tamaño (mm) de las semillas procedentes de Ibarra y Antonio Ante.</i>	44
Figura 3. <i>Medida de la vaina y número de semillas de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.</i>	46
Figura 4. <i>Porcentaje de pureza y materia inerte de las semillas procedentes de Antonio Ante e Ibarra.</i>	47
Figura 5. <i>Peso (g), de mil semillas de las procedencias de Antonio Ante e Ibarra.</i>	49
Figura 6. <i>Porcentaje de germinación de los tratamientos de Ibarra y Antonio Ante.</i>	50
Figura 7. <i>Número de semillas germinadas de Inga insignis Kunth cada siete días.</i>	52
Figura 8. <i>Índice de velocidad de germinación de Inga insignis Kunth.</i>	55
Figura 9. <i>Vigor germinativo de Inga insignis Kunth.</i>	56
Figura 10. <i>Porcentaje de poliembrionía de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.</i>	57
Figura 11.	58
<i>Número de semillas con poliembrionía en Inga insignis Kunth cada siete días.</i>	58
Figura 12. <i>Promedio de embriones en las semillas de Inga insignis Kunth por cada tratamiento.</i>	61
Figura 13. <i>Altura de las plántulas de Inga insignis Kunth desde los 14 días hasta los 120 días.</i>	63
Figura 14. <i>Número de hojas de Inga insignis Kunth cada siete días, en promedio de cada tratamiento.</i>	65
Figura 15. <i>Brotos en estacas del cantón Ibarra con mínimo tres yemas</i>	69

TITULO: PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE *Inga insignis* Kunth, DE LOS CANTONES IBARRA Y ANTONIO ANTE DE LA PROVINCIA DE IMBABURA

Autora: Carla Estefania Pumisacho Colimba

Director de trabajo de titulación: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Año: 2022

RESUMEN

Especies nativas del Ecuador han sido muy poco estudiadas, con esto, la presente investigación tuvo como objetivo general comprobar los mejores métodos de propagación de la especie *Inga insignis* Kunth, de los cantones Ibarra y Antonio Ante de la provincia de Imbabura. Para la propagación sexual se consideró dos métodos de reproducción: a) semillas sin inoculación y b) semillas con inoculación. Para la propagación asexual se analizó; a) estacas mínimo con tres yemas, b) estacas con defoliación al 75% y c) estacas con defoliación al 100%. En la evaluación de los datos primarios se consideró: la caracterización fenotípica, caracterización morfológica de la semilla y la determinación de la calidad de las semillas. En los datos secundarios se estudió: el poder germinativo, vigor, índice de velocidad, altura, número de hojas y estado de hojas. Para la propagación asexual se pretendía estudiar; número de brotes, y la relación raíz/tallo, y como dato agregado se valoró el costo para la propagación sexual. Los resultados presentan un porcentaje de pureza para la procedencia de Ibarra con 82.5% y para Antonio Ante de 54.8%, el peso de mil semillas de Ibarra presento un valor de 1706 g a diferencia de Antonio Ante fue de 1069 g. Con respecto a la mejor propagación por vía sexual, con un 95% de germinación, se presentó el fenómeno de poliembrionía a los 35 días con un 67.19% de germinación. Se evidenció la presencia de babosas y la enfermedad de antracnosis, que limitó el crecimiento de las plántulas, con una altura promedio de 5.3cm, hasta los 120 días. El costo menor se refleja por las semillas sin inoculación, con 0.77 ctvs., por plántula. *Inga insignis* Kunth presentó la mejor propagación mediante vía sexual con el 95% de germinación, y que por vía asexual esta especie es difícil de propagar, ya que las estacas no produjeron raíces ni brotes.

Palabras claves: inoculación, vigor, poliembrionía, defoliación variables morfológicas.

TITLE: SEXUAL AND ASEXUAL PROPAGATION OF *Inga insignis* Kunth, FROM THE CANTONS IBARRA AND ANTONIO ANTE IN THE PROVINCE OF IMBABURA.

Author: Carla Estefania Pumisacho Colimba

Director of thesis: Mario José Añazco Romero. Eng, PhD.

Year: 2022

ABSTRACT

The main goal of the research is to verify the best propagation methods of the species *I. insignis* Kunth, from the cantons of Ibarra and Antonio Ante in the province of Imbabura. For sexual propagation, two methods were considered: a) sedes without inoculation and b) sedes with inoculation. For asexual propagation, it was taken into account; a) cuttings with at least three buds, b) cuttings with 75 percent defoliation, and c) cuttings with 100 percent defoliation were considered for asexual propagation. In the evaluation of the primary data, the following were considered: phenotypic characterization, morphological characterization of the seed and the determination of the quality of the seeds. In the secondary data, the following were studied: germinative power, vigor, speed index, height, number of leaves and state of leaves. For asexual propagation it was intended to study; number of shoots, and root/ stem relationships, as well as the cost for sexual propagation. The results present a percentage of purity for the origin of Ibarra with 82.5% and Antonio Ante of 54.8%, the weight of a thousand Ibarra seeds presented a value of 1 706 g unlike Antonio Ante was 1 069 g. The best method of propagation is by sexual reproduction, which results in 95 percent germination and the phenomenon of polyembryony at 35 days, with 67.19 percent germination. The presence of slugs and anthracnose disease, which limited the growth of seedlings, with an average height of 5.3cm, up to 120 days, was evidenced. The Lower cost is reflected by the seeds without inoculation, with 0.77 ctvs., per seedling. *Inga insignis* Kunth presented the best propagation through sexual means with 95% germination, and that this species is difficult to propagate asexually, since the cuttings dried up and did not produce roots or shoots.

Keywords: inoculation, vigor, polyembryony, defoliation, morphological variables

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación.

Ecuador posee una importante diversidad biológica, las especies forestales nativas han sido muy poco investigadas, esto se refleja en una limitada cantidad y calidad de fuentes bibliográficas. La especie nativa de la provincia de Imbabura *Inga insignis* Kunth, presenta pocas investigaciones, utilizada comúnmente como; planta ornamental y su fruto es comestible y comercializado. Se conoce muy poco sobre los métodos de propagación, el método más utilizado es la propagación sexual, con base a esto se busca otras alternativas de propagación

El género *Inga* ha sido reducido notablemente por la actividad humana, considerando que es importante su conservación (Villamar, 2014, p. 20). *Inga insignis* Kunth, proporciona importantes productos maderables y no maderables como, servicios ecosistémicos que no han sido estudiados a profundidad. El cultivo de esta especie en algunos países ha sido tradicional, dejando a un lado otros beneficios tanto para la salud, esto ha generado menos interés (Quijia et al., 2020).

1.2 Justificación

Al ser Ecuador un país mega diverso se debería considerar la conservación vegetal, poniendo énfasis las especies nativas. En base a estrategias se busca métodos de reproducción o mejoramiento genético, que a futuro generen nuevos conocimientos, para la sociedad en su conjunto, con lo cual se puedan darle un valor agregado no solo en el fruto, sino también para el manejo sostenible de la especie.

Con el fin de conservar varios ecosistemas, instituciones públicas, privadas e internacionales, desarrollan acciones en favor, al cuidado del planeta, siendo este el caso de la provincia de Imbabura, que fue nombrada por la UNESCO el 17 de abril del 2019 como Geoparque, con el propósito de conservar los ecosistemas para un desarrollo sostenible. Esto implica profundizar los estudios de la biodiversidad que posee la provincia.

Al ser *Inga insignis* Kunth una especie frecuente en los cantones de Ibarra y Antonio Ante, debería precisar el estudio para conservarla, ya que existen pocos estudios sobre los métodos de su propagación. Esta especie proporciona productos forestales maderables (PFM), como; leña, madera, y carbón. También se toma en cuenta los productos forestales no maderables (PFNM), donde sobresalen los frutos y dentro de los servicios ecosistémicos están; captura de carbono, recuperación de suelos infértiles, sus flores son melíferas, es hospedero para muchas especies de insectos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Comprobar los mejores métodos de propagación de la especie *Inga insignis* Kunth, de los cantones Ibarra y Antonio Ante de la provincia de Imbabura.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características fenotípicas, para la recolección del material vegetal.
- Determinar los métodos apropiados de la propagación sexual y asexual para *Inga insignis* Kunth.
- Establecer costos de producción tanto para la propagación sexual y asexual.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Reproducción sexual

Ho 1: La inoculación con la bacteria rizobium y la procedencia de las semillas de *Inga insignis* Kunth no influyen en su reproducción.

Ha 1: La inoculación con la bacteria rizobium y la procedencia de las semillas de *Inga insignis* Kunth incide en el proceso de su reproducción.

1.4.2 Reproducción asexual

Ho 2: El porcentaje de defoliación y la procedencia de las estacas de *Inga insignis* Kunth no incide en su reproducción asexual.

Ha 2: El porcentaje de defoliación y la procedencia de las estacas de *Inga insignis* Kunth influye en su reproducción asexual.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación legal

2.1.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

Art. 14.- Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución Política de Ecuador, 2008).

Art. 395.- El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras (Constitución Política de Ecuador, 2008).

2.1.2 Código Orgánico del Ambiente.

Art. 17: De la investigación ambiental. El Estado deberá contar con datos científicos y técnicos sobre la biodiversidad y el ambiente, los cuales deberán ser actualizados permanentemente. La Autoridad Ambiental Nacional deberá recopilar y compilar dichos datos en articulación con las instituciones de educación superior públicas, privadas y mixtas, al igual que con otras instituciones de investigación (Código orgánico del Ambiente [COA], 2018).

Art. 30: Promover la investigación científica, el desarrollo y transferencia de tecnologías, la educación e innovación, el intercambio de información y el fortalecimiento de las capacidades relacionadas con la biodiversidad y sus productos, para impulsar la generación del bioconocimiento investigación (Código orgánico del Ambiente [COA], 2018).

2.1.3 Plan Nacional de desarrollo (2017-2021).

El presente estudio se enmarca dentro del Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, donde menciona que en este contexto, se brindará espacio

a investigadores y emprendedores con el fin de patrocinar esta iniciativa, la cual pretende el aprovechamiento responsable de la biodiversidad (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017).

2.1.4 Línea de investigación

El estudio a desarrollarse abarca la línea de investigación de la carrera: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Género *Inga*

- Generalidades

El género *Inga* incluye alrededor de 300 especies, las cuales están ampliamente distribuidas y son muy comunes en áreas bajas y altas de los trópicos de América. Dentro del Ecuador se conoce 75 especies del género *Inga*, pertenecientes a la familia Fabaceae, con características diferenciadas en su morfológica, y se distribuyen en diferentes regiones del país (Pennington y Revelo, 1997). El fruto de *Inga* es aprovechado, tanto para el consumo de humanos y animales (Aguirre et al. 2015, p. 62).

2.2.1.1 Importancia

2.2.1.1.1 Económica

Con base a un trabajo realizado en la asignatura de Agroforestería de la Carrera de Ingeniería Forestal de la UTN, se pudo observar que las personas de Antonio Ante dan un valor agregado al fruto, en épocas de fructificación es aprovechada en los mercados locales, las personas de dicho lugar consideran que el fruto del género *Inga insignis*, es más apetecida por las personas a diferencia de otros géneros.

2.2.1.1.2 Biomedicina

Diferentes compuestos fenólicos se han identificado en especies del género *Inga*, específicamente se han encontrado en las hojas de este género, ácidos gálico y elágico, y

flavonoides (Souza et al., 2007). En el estudio realizado por Torres (2016), se indica que el extracto de las hojas en *Inga insignis*, es muy efectivo como agente reductor para la síntesis verde de AgNPs y AuNPs, presentando nanopartículas de menor tamaño (p. 91).

Por otro lado Souza et al. (2007), menciona que los flavonoides encontrados en las hojas de *Inga edulis*, han demostrado tener actividad antioxidante, estas podrían ser buenas candidatas para diversas aplicaciones biomédicas (Kumar et al., 2015).

2.2.1.1.3 Ambiental

El género *Inga* es muy utilizado en sistemas agroforestales, por la copa que es frondosa y proporciona sombra, se la asocia con otras especies (Valle, 2009). Brinda sostén para diferentes aves, es utilizada como planta ornamental en parques, jardines, veredas y valles (García y Ñauta, 2016). Otro aspecto positivo es producir nódulos radicales, los cuales se caracterizan por contener bacterias fijadoras de nitrógeno, además la hojarasca generada por los árboles se mineraliza, y el nitrógeno disponible en el suelo se incrementa con el tiempo (Vargas y Pire, s.f.)

2.2.1.1.4 Biológica

Según el estudio de Pennington y Revelo (1997), el género *Inga* se caracteriza por presentar glándulas productoras de néctar en las hojas, estas atraen a las hormigas, las cuales generan un beneficio indirecto, con lo que pueden también controlar a presencia de plagas en los cultivos asociados con las especies. El néctar que producen las hojas es rico en carbohidrato como; fructosa, sacarosa y glucosa, pero también tienen proteínas, aminoácidos, ácidos orgánicos, lípidos, alcaloides, fenoles, vitaminas y saponinas. Las principales subfamilias de hormigas reconocidas en zonas áridas por los nectarios extra florales son Myrmicinae, Formicinae y Dolichoderinae (Sinisterra, Gallego, y Armbrrecht, 2016).

2.2.1.1.5 Social

Es una de las especies nativas de los Andes Ecuatorianos, fue designada como parte del patrimonio cultural en la ciudad de Quito (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014). Imbabura, es considerada como una provincia Geoparque, mencionando que las especies nativas hay que conservarlas, este es uno de los casos de *Inga*.

También se toma en cuenta el estudio realizado por Toaquiza (2007), quien determinó que *Inga insignis* es importante en el cantón San Miguel de Urququí, provincia de Imbabura, debido a que sus frutos presentan propiedades organolépticas y nutritivas.

2.2.1.1.6 Ecológica

Pennington y Revelo (1997) manifiestan de forma general, el género *Inga* se distribuye en bosques montañosos hasta 3000 m.s.n.m., es una especie que se adapta a climas fuertemente estacionales (con una estación seca pronunciada de varios meses) (p. 4).

La restauración de ecosistemas es importante hacerlo con especies nativas de la zona, para conservar la interacción entre la flora y fauna. El estudio realizado por Gastauer et al (2020), señala que se rehabilitó una zona de minería, donde se recomienda 76 individuos de diferentes familias entre ellas *Inga laurina*, los resultados del estudio fomentan la inclusión en otros proyectos.

2.2.1.2 Descripción taxonómica

Según Pennington y Revelo (1997) la clasificación taxonómica para el género *Inga* corresponde a:

Tabla 1

Clasificación taxonómica.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	<i>Inga</i>
Especie	<i>Insignis</i>
Nombre científico:	<i>Inga insignis</i>
Nombre común:	Guaba (Ecuador y Perú), según (De la Torre et al., 2008) en el Ecuador los nombres comunes para la guaba: pakay (kichwa), guaba cuadrada, guaba de zorro, guaba lanuda, guaba musga, guabo. (p.351)

2.2.2 Descripción botánica

Es un árbol pequeño, de hasta 10 metros de altura y 36cm de diámetro, habitualmente ramificado desde la base; corteza lisa de color gris; la copa es densa, a veces más ancha que alta, de follaje verde. Hojas compuestas, raquis alado (hasta 2cm de ancho), con 4-6 pares de folíolos elípticos, folíolos más grandes 10- 14 x 4- 6cm; ramitas, envés de folíolo e inflorescencias con pelos cortos enredados, aunque a veces las hojas no tienen pelos, nectarios foliares estipitados (1-2mm de longitud) (Pennington y Revelo, 1997).

Inflorescencias axilares, solitarias o en pares; cada inflorescencia de 6-10 cm de longitud, las flores dispuestas en una espiga compacta; flores 3.5- 4.5 cm de longitud, poco fragantes, de color verde amarillento, con estambres blancos; legumbre 14- 18 x 2- 2.5cm, verde o marrón verdosa, rectangular, recta o ligeramente curvada, los márgenes longitudinalmente surcados, con pelos enredados (Pennington y Revelo, 1997).

2.2.2.1 Distribución geográfica

Como menciona Pennington y Revelo (1997) hay registros de *Inga insignis* a través de la sierra de Ecuador, en las provincias de; Azuay, Chimborazo, El Oro, Loja, Napo, Pichincha y Tungurahua. (p. 70).

En el estudio realizado por Toaquiza (2007), se determinó que guaba *Inga insignis* es una especie importante en el cantón San Miguel de Urququí, provincia de Imbabura, debido a que sus frutos presenta propiedades organolépticas y nutritivas muy importantes.

2.2.2.2 Requerimientos ecológicos

Con base a Pennington y Revelo (1997), mencionan lo siguiente:

“El fruto de esta especie es popular en los mercados de la sierra de Ecuador. También crece como ornamental y es árbol común en las calles de Quito, donde florece y fructifica bajo condiciones templadas con un rango de temperatura de 8°C- 25°C y tolera épocas largas sin lluvia” (p. 70).

2.2.3 Fijación de nitrógeno

El proceso de fijación simbiótico del nitrógeno atmosférico se realiza entre las bacterias *Rhizobium* y las plantas de leguminosa (Rondán, 2013, p. 20). La fijación biológica de nitrógeno implica que la mayor parte del N_2 atmosférico es fijado a amonio. Donde algunas bacterias pueden convertir el nitrógeno atmosférico en amonio. La mayoría de estas bacterias son procariontas fijadores de nitrógeno que viven libremente en el suelo, se presentan pocos que forman asociaciones simbióticas con plantas superiores (Taiz y Zeiger, 2006, p. 496).

2.2.3.1 *Rhizobium*.

Es una bacteria no esporulante, se desarrolla en el suelo. Se presentan en diferentes géneros de leguminosas. El crecimiento y desarrollo de las leguminosas están ligados al buen funcionamiento de la simbiosis fijadoras de nitrógeno (Chavarría y Dávila, 2015).

2.2.3.2 *Simbiosis*

2.2.3.2.1 *Formación de nódulos*

Los *Rhizobium* están generalmente en el suelo, y se multiplican en la rizosfera de la planta cuando germinan las semillas. A inicio de su desarrollo se penetran en la raíz de la planta. Según FAO (1995), el nódulo aparece como un órgano con cinco zonas:

- Un meristemo

Formado de pequeñas celas no contaminadas por *Rhizobium*.

- La zona del hilo de infección

Las células en esta zona se multiplican activamente y están contaminadas con *Rhizobium*

- La zona de fijación

Donde las células de la planta huésped están llenas con *Rhizobium*, tomando una forma ensanchada, en esta forma los rizobios contienen una enzima, nitrogenasa que ayuda a la fijación de nitrógeno atmosférico

- La zona degenerativa

Presenta un cambio de color, verde a marrón. Donde las células de la planta huésped se degeneran y no ocurre fijación.

- El sistema vascular

Irriga el nódulo suministrando los carbohidratos necesarios para la fijación y transportando los compuestos nitrogenados que han sido formados a las hojas (p.3).

2.2.4 Reproducción vegetal

2.2.4.1 Reproducción sexual

Permite redistribuir los genes entre los individuos para generar descendientes genéticamente únicos (Audesirk, Audesirk, y Byers, 2003).

Ventajas:

Menciona Seguí (2011), que la ventaja principal de la reproducción sexual, desde un punto de vista evolutivo, es un modo de reproducción que permite la variación por recombinación de caracteres, esto facilita la aparición de nuevos fenotipos, con características nuevas, algunas de las cuales pueden ser beneficiosas para la especie, y quedar fijadas por selección natural (pp. 18-19).

- Puede ser más económico y más rápido que otros métodos.
- Puede ser la única manera de obtener nuevas variedades.
- En algunas especies, es el único método económicamente viable de propagación.
- Evita la transmisión de determinadas enfermedades.

La propagación más común para *Inga sp*, es por semillas, la cual tiene más del 90% de eficiencia, germina cuando la fruta ha terminado su desarrollo, y también dentro de la misma vaina, siendo este una gran limitante debido a que las semillas de guaba es una semilla recalcitrante, por lo tanto no se la puede almacenar ya que pierde la viabilidad rápidamente y no toleran el secado (Orozco, Prado, y Ramírez, 2013).

Para la preparación previa a la siembra, la pulpa de la semilla debe ser removida, esto también se puede facilitar mediante inmersión en agua.

2.2.4.2 *La semilla*

Según Galarraga (1982), la semilla es el ovulo fecundado, desarrollado y maduro, formado por la cubierta o testa, el embrión y el endospermo. La semilla ha sido considerada como un recurso principal para la conservación del germoplasma vegetal, de otra manera ha sido utilizada como una mejor forma de propagación para recuperar especies valiosas que han sido sobreexplotadas.

2.2.4.2.1 *Caracterización morfológica de las semillas*

Una semilla requiere de características básicas de calidad, fisiología, genética, física y sanitaria, esto tiene una gran influencia para obtener un mayor éxito de las repoblaciones de nuevos individuos (Bautista, 2012). Entre las características generales que presenta las semillas son: tamaño, aspecto externo y color.

2.2.4.2.2 *Tamaño*

El tamaño de las semillas, es importante en el rendimiento del cultivo. Menciona Pérez et al. (2006) que la sembrar la semilla de tamaño grande y con mayor peso, se presenta mejor establecimiento en campo.

Menciona Sanchez et al. (2016) que *Inga paterno*, presenta semillas de 16 y 19mm de largo, y presentaron un ancho de 9 entre 10.8mm. de la misma manera menciona Vargas, De la O, y Pire (2004) que *I. jinicuil*, las semillas presentaron valores de largo (cm) 4.07 ± 0.009 y un ancho (cm) de 1.91 ± 0.09

2.2.4.2.3 *Numero de semillas por vaina*

El número de semillas por vaina, constituyen un valor importante en el rendimiento del cultivo, y la vez el número de vainas por planta, se define en alta medida, el rendimiento del mismo (De la Fe et al, 1979).

Conforme Romero y Granda (2020), indica que *Inga insignis* kunth, presento semillas de 7 ± 1.3 por fruto, a la vez *Inga edulis* Mart presentó de 14 ± 4.0 semillas por fruto. De la misma Ledesma (2014) presenta en su estudio que las vainas de *I. edulis*, tienen una longitud de 40 a 120 cm y de ancho 3.6cm, con 10 a 20 semillas.

El estudio de Aparicio (2013) indica que las vainas de *Inga striata* Benth tiene 10.5- 16.5 de largo y de ancho presento 1.1- 1.6cm. De la misma manera Reynel y Albán (1986), en su estudio con *Inga ruiziana*, presento dimensiones en la vaina con 13cm de largo y 2.5cm de ancho con seis a nueve semillas.

En su estudio Bressani (2010), con *Inga. jinicuil* provenientes de localidades de Guatemala, lugares como; Barberena-Santa Rosa presentó tamaño de vainas con un largo (cm) de 27.58 ± 4.59 y de ancho (cm) 6.43 ± 0.4 , con un promedio de semillas de 14.3 ± 2.9 , Santa Lucía Cotz-Escuintla presento vainas con un largo (cm) de 24.04 ± 3.6 y un ancho (cm) de 8.61 ± 0.4 , con semillas de 10.3 ± 1.8 y en Cobán Alta Verapaz presento vainas con un largo (cm) de 22.9 ± 4.7 con un ancho (cm) de 6.62 ± 0.5 con semillas de 9.6 ± 2.9 (citado por Vargas y Pire, 2016).

2.2.4.3 Clasificación de semillas en función de su tolerancia a la desecación.

El género de *Inga* posee semillas recalcitrantes, las cuales no pueden ser almacenadas. Una vez que son recolectadas y extraídas del fruto, hay que sembrarlas inmediatamente ya que pierden su viabilidad y se dificulta su germinación.

- Semillas ortodoxas.

“Son semillas tolerantes a la desecación, se dispersan y conservan luego de alcanzar un bajo porcentaje de humedad” (Doria, 2010, p.75).

- Semillas recalcitrantes

“Semillas incapaces de tolerar a perdida de agua, esto hace que su viabilidad disminuya drásticamente si son desecadas a menos del 75% de la humedad relativa. Soportan cortos periodos de almacenamiento en húmedo” (León et al, 2014, p. 21).

Zuñiga (1996) estableció un protocolo para lograr almacenar las semillas de guaba por un periodo más prolongado, pues al igual que las semillas carnosas de muchos árboles tropicales, las semillas de guaba poseen una viabilidad corta bajo las condiciones naturales. La especie una vez expuesta al aire libre pierde la viabilidad, considerando que a temperatura ambiente las semillas, conservan su viabilidad no más una a dos semanas al interior de la legumbre no abierta. Esto se ha presentado en diversas especies de guaba.

2.2.4.4 Variables morfológicas cuantitativas

Esta característica es importante para conocer la variabilidad fenotípica. Un estudio realizado por Sánchez et al. (2018), en el cual se consideró tres zonas; alta (2500-3000 msnm), media (2100-2500 msnm) y baja (por debajo de 2100), para mora de castilla, *Rubus glaucus* estos mencionan que debido a la importancia local y regional de la mora de castilla tiene gran importancia socioeconómica, debido a la capacidad productiva en pequeñas áreas. En este estudio consideraron número total de tallos principales, número total de tallos secundarios, número total de tallos terciarios, número de centros de producción y número por centro de producción (elegido al azar).

2.2.4.5 Análisis de calidad de las semillas

La calidad de las semillas es un parámetro fundamental que hay que considerar en la producción y conservación de las semillas. Los procedimientos que encuentran normados a través de la (Asociación Internacional de Análisis de Semillas [ISTA], 2016)

2.2.4.5.1 Pureza

La pureza en las semillas significa la limpieza de una muestra determinada. En este análisis se separa semillas puras, materia inerte y otras. Se ve representada por la suma de las tres variables (Lallana, Garcia, y Elizalde, 2011).

Menciona Palomeque et al. (2017) que la especie *I. acreana* Harms, presento un porcentaje de pureza 56.44% y de 49.67%. Con la misma especie en su estudio Alvarado y Encalada (2010), indican que obtuvieron 53.05% en el porcentaje de pureza

2.2.4.5.2 Peso de semillas

El peso de las semillas se lo expresa como el peso de 1000 semillas puras. (Asociación Internacional de Análisis de Semillas [ISTA]., 2016), indica que se debe utilizar de ocho a diez réplicas de 100 semillas.

La variación en el peso de las semillas entre individuos de diferentes procedencias puede deberse a varios factores ambientales, como la precipitación y la temperatura promedio del sitio de recolección, el peso de la semilla tiene implicaciones en la producción de plántulas, tanto en la germinación y en el crecimiento inicial de plántulas (Mamo et al. 2006).

En el estudio de Palomeque et al. (2017), menciona que las semillas de *Inga acreana* Harms presentaron un peso de 39.5 g y 44.01 g. Con la misma especie realizaron un estudio Alvarado y Encalada (2010), con 15 individuos las semillas presentaron 415.80 g.

2.2.4.6 Inoculación

Inocular es incorporar en la rizosfera (con las semillas u otro método) bacterias seleccionadas por su alta eficiencia de fijación biológica de nitrógeno, en alta concentración, capaces de formar simbiosis con la leguminosa cultivada (Fernández, 2020, p. 59). La estrategia es la inoculación o mezcla del *Rhizobium* con la semilla de la leguminosa antes de la siembra (CATIE, 1983, p. 5)

2.2.4.6.1 Inoculación en semillas del género *Inga*.

Es importante inocular las semillas con la bacteria *rizobium* ya que menciona Pennington y Revelo (1997) que si no se sigue este procedimiento, el crecimiento de las plántulas puede ser mucho más lento, hasta que la infección de las raíces se de en un momento posterior. Sin embargo en su estudio por Grossman et al. (2006), el cual fue realizado en Chiapas México, indica que las regulaciones de producción orgánica prohíben el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos ya que los agricultores solo dependen de fuentes de N aceptadas, los agricultores saben poco sobre rizobios y nódulos y la ubicación de árboles de *Inga* como sombra, en este estudio se utilizó la especie *Inga oerstediana*, se inoculo las semillas a los 90 y 150 días después de la siembra. Donde presento resultados de que esta especie nódulo lentamente, con una nodulación insignificante a los 90 días.

Una vez que la semilla esta desnuda se sumerge por 12 horas en agua preparada con raíces nodulosas tomadas de los mismos árboles donde fueron recolectadas las semillas. La finalidad de esto es infectar a las semillas con bacterias simbióticas fijadoras de Nitrógeno y hongos micorrizicos que se encuentran en el sistema radicular de las especies del género (Pennington y Revelo, 1997).

2.2.4.7 La germinación en especies del género *Inga*

“Es el surgimiento y desarrollo que se da a partir del embrión de la semilla, indicando las estructuras esenciales que indican la capacidad de la semilla para dar origen a una planta en condiciones favorables” (FAO, 1991, p. 20).

Abril et al. (2017) mencionan que *Inga spectabilis* alcanza 100% de germinación a los cinco días a diferencia de *I. edulis* a los 15 días de siembra, mostrando un porcentaje de germinación del 89%. Además Ledesma (2014), menciona que la especie *Inga edulis*, posee un alto patrón germinativo de un 90,74%. Además indica Orozco, Prado, y Ramírez (2013) que a los 3 días germinó *Inga edulis* presentando un porcentaje de germinación del 97% (800 semillas), y también muestran que *Inga densiflora* inició a los 4 días, el porcentaje de germinación fue de 80% (100 semillas).

Por otra parte Jimpikit (2014) en su estudio realizado con *Inga spectabilis* indica su germinación empezó en un promedio entre el tercer y quinto día, el porcentaje que presentó fue de un 100%, este autor indica que esta especie es apta, para germinar directamente sin ningún proceso previo al sembrado.

En la investigación de Reynel y Albán (1986), con *Inga ruiziana* utilizaron 400 semillas en el primer ensayo y en el segundo ensayo utilizaron 100 semillas secas al sol por dos días, presentando baja susceptibilidad a luz intensa durante la germinación, presentando 98% poder germinativo, la germinación inició a los 3 días y el fin de germinación se dio a los 16 días. En el segundo ensayo presentó un poder germinativo del 14%. Además Rojas y Torres (2018), muestran que la germinación de *Inga marginata* Will, empezó a partir de los 10 días a 25 días, donde dio un 60 y 84% de germinación.

2.2.4.7.1 Poliembriónía

El fenómeno de poliembriónía es la formación de dos plántulas de la semilla, (Aleza et al. 2012, p. 533)

Vieira (2015) en su estudio con *Inga laurina* recalca que las semillas presentan una frecuencia alta, mostrando más de un embrión, dejando en claro la importancia de la poliembriónía para la biología de la especie, menciona aparte en su estudio que el 80% de las semillas maduras tienen al menos dos embriones.

Las semillas de *Inga jinicuil*, tienen una germinación criptocotilar hipogea con cotiledones de almacenamiento, y en algunas ocasiones pueden presentar poliembriónía, una germinación donde se da la formación de dos o más embriones que originan diferentes plántulas (Vargas y Pire, 2017)

2.2.4.8 Poder germinativo

Es el porcentaje de semillas que germinó y desarrolló plántulas normales, considerando las condiciones ambientales óptimas para su crecimiento (Castelán et al, 2016).

2.2.4.9 Vigor germinativo

Mencionan Ceballos y López (2007) que el vigor germinativo se define como el potencial o capacidad de la semilla durante la germinación y emergencia de la plántula.

2.2.5 Reproducción asexual

Menciona González (2012), que la reproducción asexual se emplea para producir una planta que posea el mismo genotipo que la planta madre (planta donadora) y esto es posible porque todas las células de una planta poseen la información necesaria y suficiente para producir la planta entera (p. 11).

Ventajas

- En algunas especies, puede ser más fácil y más rápido que la propagación sexual.
- Puede que sea la única manera de perpetuar algunos cultivares.

Desventajas

CATIE (1983) menciona lo siguiente con respecto a las desventajas de la propagación asexual:

- No siempre se cuenta disponible con el material vegetativo que se desea propagar.
- En algunas situaciones es indispensable utilizar patrones resistentes a condiciones adversas de suelo o algún parásito que se hospede en el mismo.
- Actualmente no existen unidades estandarizadas para seleccionar el tamaño adecuado de cortar las estacas, en cuanto a longitud y diámetro adecuado.
- La literatura en esta técnica es escasa (p. 5).

En una investigación realizada con respecto a la reproducción vegetativa por CATIE (s.f),:

Se aplicó cuatro concentraciones de Ácido Naftalenoacético (ANA) y de Ácido Indolbutírico, además se aplicaron cuatro concentraciones mezcladas de ambas hormonas. El cual trabajo con tres tipos de estacas: apical, media y basal y dos tipos de injertos: el de cuña y el de yema lateral.

Como resultados obtuvieron que no se encontraron diferencias significativas en el enraizamiento, en relación la posición de las estacas se observó una mayor sobrevivencia en las estacas de la sección basal.

2.2.5.1 Factores que afectan el enraizamiento de estacas.

2.2.5.1.1 Factores internos

- Condiciones nutricionales de la planta madre.

Es necesario para que una estaca enraíce, elementos como; auxinas, carbohidratos, sustancias nitrogenadas y cofactores de enraizamiento que permitan la división celular (Hartmann et al, 2011).

- Edad.

La edad de la planta madre es uno de los factores que se considera tanto en la propagación sexual como sexual. Siendo uno de los factores que demuestra cómo afecta la capacidad de enraizamiento de las estacas en algunas especies. Se ha observado que arboles jóvenes tienen mayor capacidad de enraizamiento que arboles maduros (Trejos, 1996).

- Tamaño de la estaca.

Para algunas especies forestales, se recomienda usar estacas entre tres a seis cm, y con diámetros de tres y seis milímetros. También se recomienda evitar estacas de menos de tres cm de longitud (Mesén,1998).

- Posición de la estaca en la planta.

Mesén (1998) menciona que para ciertas especies forestales, se puede tomar estacas de diferentes posiciones a lo largo de una rama, pero, aclara que es conveniente descartar el entrenudo apical, debido a que es un tejido susceptible al marchitamiento.

- Presencia o ausencia de yemas y hojas.

La presencia de hojas en las estacas ejerce una influencia estimulante en el enraizamiento, probablemente por las auxinas y carbohidratos. Además, la presencia de cofactores en combinación con auxinas que favorecen el enraizamiento (Hartmann et al, 2011).

2.2.5.1.2 Factores externos

- Luz.

Es un factor importante que actúa en el enraizamiento, este puede fomentar o inhibir. Una dosificación lumínica baja genera emisión de raíces antes de la emisión de hojas, por el contrario, mucha luz provoca el aumento de temperatura, generando mayor transpiración de las estacas y una posible disminución en el enraizamiento. Por lo cual la luz es importante, para garantizar la fotosíntesis y evitar la pérdida de agua de la estaca por transpiración (Díaz, 1991).

- Medio de enraizamiento.

El material donde se coloquen las estacas posee un efecto importante en el éxito del enraizamiento y la calidad de plantas a obtener (Mesén, 1998). No existe un material ideal que posea tanto las características fisicoquímicas óptimas para todos los usos, es necesario realizar estudios para cada especie, para determinar cuál es el sustrato más adecuado (Bastida, 2004).

- Humedad.

“Para el ambiente del enraizamiento se considera factores como la humedad relativa, para evitar la transpiración de las estacas y evitar la deshidratación de las mismas” (Sisaro y Hagiwara, 2016).

El riego en el invernadero o al momento de propagar una especie preferiblemente debe ser nebulizado y automático. Aun así sino se cuenta con un sistema de riego, una bomba de espalda es una buena opción, realizando riegos por unos 10-20 segundos por cada bandeja con agua abundante (Badilla y Murillo, 2005).

- Temperatura.

Mesén y Trejos (1997) menciona que, es necesario la utilización de sombra sobre los propagadores para reducir la irradiación, las temperaturas aéreas y del sustrato dentro de los propagadores (p.19).

2.2.6 Sustancias reguladoras del crecimiento.

Para el inicio de raíces adventicias, algunas concentraciones de materiales, que ocurren naturalmente tienen acción hormonal. Para distinguir entre hormonas vegetales y sustancias

reguladoras del crecimiento de las plantas puede decirse que todas las hormonas regulan el crecimiento; pero no todas las sustancias reguladoras de crecimiento son hormonas. Existe varias clases de reguladores de crecimiento según menciona Hartmann y Kester (1987):

- Auxinas.

Las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces en las estacas. Es uno de los estimulantes de enraizamiento, el cual tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas (Hernández, Aramendiz, y Cardona, 2005).

- Citokininas

Son hormonas vegetales de crecimiento que intervienen en el crecimiento y diferenciación de las células.

- Giberelinas

Son un grupo de sustancias de ocurrencia natural, conocidas principalmente por sus efectos de estimulación de la elongación del tallo. A concentraciones relativamente altas inhibido de manera consistente la formación de raíces adventicias.

- Ácido abscísico

Los reportes sobre el efecto del ácido abscísico, un inhibidor de ocurrencia natural en las plantas, sobre la formación de raíces adventicias son contradictorios (9,29, 109, 208) aparentemente dependiendo de la concentración y el estado nutricional de las plantas maternas de las que se tomen las estacas.

- Etileno

El etileno, es un material gaseoso, producido por las plantas y tiene efectos hormonales, aunque no se ajusta de manera exacta a la definición de una hormona (p.266-269).

2.2.7 Plagas y enfermedades

2.2.7.1 Plagas cortadoras de follaje

- Babosas




Es una plaga que se presentan en diferentes especies de plantas dentro de un vivero. Atacan hojas, ramas y brotes tiernos, las poblaciones de adultos, provocan perdidas grandes de follaje o plántulas (INAFOR, UNA, y FAO, 2020, p. 16)

2.2.7.2 Enfermedades en las hojas

Con base a los autores Saldaña y Vera (2019), indican las siguientes enfermedades en las hojas:

Tabla 2.

Enfermedades en las Hojas.

Enfermedad	Agente Causante	Daño
Botrytis cinérea	 <i>Sclerotinia scierotiorum</i>	Presenta una pelusa fungosa y se puede formar una esclerocia negra en la superficie hospedera. Provoca un colapso repentino de los tejidos de las hojas, tallos flores. (G. de & manejo, 2004)
Antracnosis	 <i>Colletotrichum spp.</i>	Produce lesiones, manchas marrones, gris o negras de coloración oscuras y secas de las hojas (Giménez et al., 2003)
Lepra o abolladura	 <i>Taphrina deformans</i>	Las hojas presentan una hipertrofia de os tejidos con el engrosamiento del limbo foliar lo que produce una deformación, con una coloración rojiza provocad por la pérdida de la clorofila, (Gonz, 2019)

2.2.7.3 Enfermedades en Inga

Torres, Carvajal, y Arguedas (2011), en su estudio hicieron énfasis en especies arbóreas y arbustivas de la región central de Costa Rica, la información fue generada por el laboratorio de

Protección Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, los investigadores, obtuvieron información de 98 especies forestales de las cuales dos de estas especies son:

- *Inga* sp. Guaba machete

Antracnosis del follaje caracterizado áreas necróticas pardo grisáceo extendidas desde los bordes hacia adentro de la lámina foliar, producida por el hongo *Colletotrichum*. A demás Arguedas y Cots (2009) realizaron un diagnóstico de enfermedades de 18 especies arbóreas y arbustivas cultivadas en fase juvenil en el vivero forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, donde describieron síntomas que provocan diferentes enfermedades, a la vez se realizó un proceso de diagnóstico, sometido a muestras enfermas en cámaras húmedas donde, *Inga. edulis*, presento la enfermedad de antracnosis, causa por el hongo *Colletotrichum*.

- *Inga marginata* Guaba

Antracnosis del follaje caracterizado áreas necróticas pardo grisáceo extendidas desde los bordes hacia adentro de la lámina foliar y quema del tallo y brote de crecimiento, producida por *Colletotrichum* sp (p.52)

2.2.8 Costos

El costo se presenta como consecuencia de producir un bien, prestar un servicio y comercializar un producto, siendo así a la vez una inversión en dinero que una persona natural o una empresa realiza, con el objetivo de efectuar labores de producir un producto, comercializar mercancías o prestar servicios (Moreno et al, 2009).

2.2.8.1 Clasificación de los costos

- Costos fijos

Son aquellos costos que permanecen constantes al cambiar el volumen de producción, por ejemplo la depreciación (Jiménez, 2014).

- Costos variables

Son costos que cambian proporcionalmente al cambiar el volumen de producción, por ejemplo, la materia prima, la mano de obra directa, etc. Están relacionados directamente con la producción de los productos o servicios (Hernández et al, 2003).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

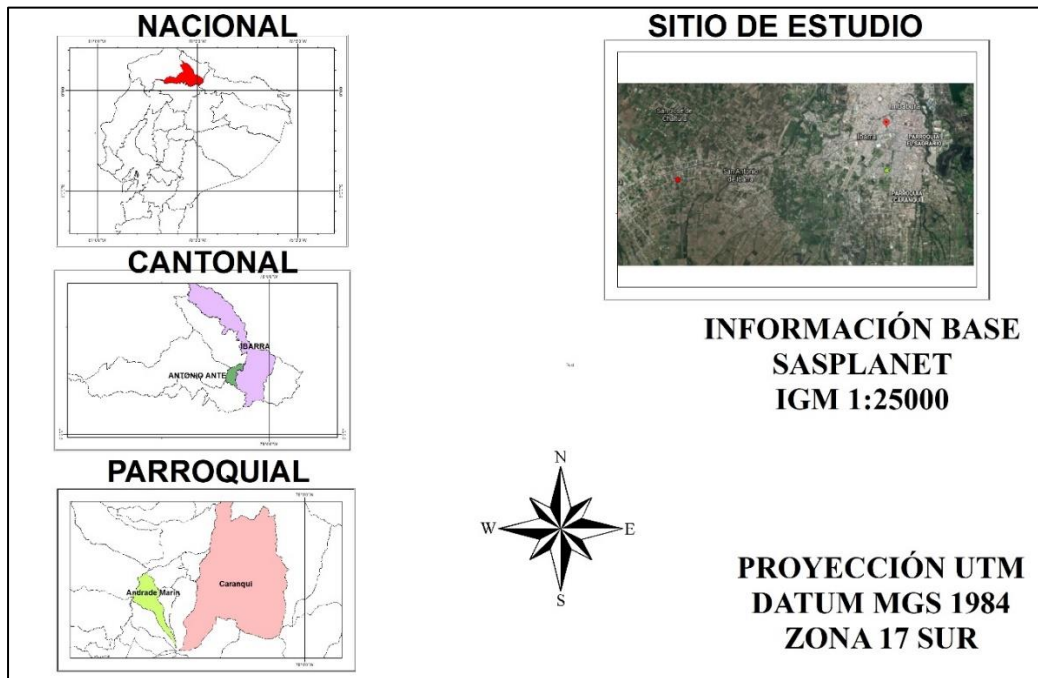
3.1 Ubicación del área de estudio

3.1.1 Política

Para la reproducción sexual como asexual se tomó el material vegetal de los cantones Ibarra y Antonio Ante. En el cantón Ibarra se tomó muestras de la Granja Experimental Yuyucocha, y dentro del cantón Antonio Ante se tomó muestras de la parroquia Andrade Marín. El lugar para la propagación se lo realizó en Zuleta debido a la pandemia, en este lugar se implementó un vivero temporal.

Figura 1.

Mapa de ubicación de los lugares de procedencia, Cantón Ibarra y Antonio Ante



3.1.2 Geográfica

Tabla 3.

Coordenadas UTM, lugares de procedencia y propagación.

Lugar	Altitud (msnm)	Árbol	Coordenadas métricas UTM	
			X	Y
Andrade Marín	2532	1	0811175	0034946
(Cantón Antonio Ante)	2532	2	0811173	0034945
Granja	2251	1	0819367	0036421
Yuyucocha		2	0819363	0036425
(Cantón Ibarra)		3	0819357	0036429
Zuleta	2892		0823705	0023053
Parroquia Angochagua Cantón Ibarra				

3.1.3 Datos climáticos

- Ibarra

De acuerdo a las estaciones meteorológicas las precipitaciones varían entre 300 y 1 700 milímetros. La temperatura oscila entre los 4°C en sus partes más altas hasta los 17°C (GAD Ibarra, 2020).

- Antonio Ante

De acuerdo a la información de las estaciones meteorológicas presenta el siguiente clima: Ecuatorial Mesotérmico Semi- Húmedo, característico de las zonas interandinas, las temperaturas medias anuales están comprendidas generalmente entre 10°C y 28°C, las precipitaciones anuales

fluctúan entre 500 y 1 500 milímetros y están repartidas en dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y en octubre- noviembre (GAD Municipal Antonio Ante, 2020).

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Materiales

- Cinta métrica
- Hoja de campo
- Útiles de escritorio
- Podadora aérea
- Balanza de precisión.
- Tijera podadora.

3.2.2 Equipos

- GPS.
- Clinómetro Suunto.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.

3.2.3 Software

- Microsoft Office 2017
- SAS Planet 10.1
- ArcGis 10.3
- InfoStat ver. 2017

3.2.4 Material vegetal e insumos

- Semillas de *Inga insignis* Kunth
- Estacas de *Inga insignis* Kunth
- Sustratos: tierra de sitio, abono de alpaca, pomina.
- Rizobium
- Fundas.

- Hormonas enraizadoras

3.3 Metodología.

3.3.1 Delimitación del área de estudio

La investigación se realizó en dos cantones de la provincia de Imbabura, en Ibarra, el material vegetal se recolectó en la Granja Experimental Yuyucocha y en Antonio Ante, el material vegetal se recolectó en la parroquia urbana Andrade Marín, en la propiedad de la señora Mercedes Hidalgo.

Los criterios utilizados para la selección de los individuos fueron, en Ibarra la incidencia de árboles, y en el cantón Antonio Ante se tomó en cuenta por la comercialización del fruto.

3.3.2 Selección de individuos

No se pudo adaptar el Manual de Procedimiento para Identificación de Fuentes Semilleras y Árboles Plus (Ministerio de Agricultura, Acuacultura, 2016), que indica que se deberá considerar 30 individuos. El género *Inga* según Pennington y Revelo (1997), presenta varias limitaciones en prácticas de recolección de material vegetal, que hacen difícil su aplicación, ya que en un bosque húmedo se presenta bajas densidades (a menudo 1-2 individuos por hectárea).

En la selección de los individuos, tanto para la reproducción sexual como asexual se tomó en cuenta; en la parroquia Andrade Marín dos árboles y en la Granja Experimental Yuyucocha tres individuos.

3.3.3 Caracterización fenotípica

3.3.3.1 Variables dasométricas y fenotípicas

Se consideró; altura total (HT) y el diámetro a la altura del pecho (DAP) como se indica en la tabla 4.

Tabla 4.*Variables dasométricas y fenotípicas*

Variables Dasométricas	
Variable	Característica
Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)	Se realizó una medición al 1.3m de altura del árbol, utilizando una cinta diamétrica para cada uno de los individuos de la muestra.
Diámetro de la Copa	La medición se realizó de la proyección de los extremos de la copa sobre el suelo, en dos direcciones Norte- Sur y Este- Oeste, esta medición se lo hará con la ayuda de la cinta métrica.
Altura Total	La altura total fue medida a los 12m de separación del árbol con la ayuda de un clinómetro a cada uno de los individuos.
Variables Fenotípicas	
Variable	Característica
Forma del Fuste	Se tomó los siguientes parámetros: Recto y cilíndrico Ligeramente torcido Torcido Muy torcido
Estado Fitosanitario	Se consideró dos parámetros: Sano Enfermo
Edad	No se consideró los árboles ni muy jóvenes ni muy viejos, se considera un término intermedio entre los mencionados.

3.3.3.2 Variables morfológicas cuantitativas

Para caracterizar en base a la investigación realizada por Sánchez, Villares, y Niño (2018), menciona lo siguiente:

Tabla 5.

Variables morfológicas cuantitativas y forma de determinarlas.

Parámetro	Forma de Medición
Número Total de Tallos Principales	Se consideró todos los tallos que emergen a partir del cuello radicular.
Número Total de Tallos Secundarios	Se consideró todos los tallos que emergen de un tallo principal.
Número Total de Tallos Terciarios	Se consideró todos los tallos que emergen de un tallo secundario.
Número Total de Centros de Producción	Se consideró todos los centros de producción que emergen de los tallos secundarios y terciarios.
De Fruto por Centro de Producción	Se contó el número de frutos presentes en “n” eje de producción seleccionado al azar.

3.3.4 Determinación de Muestra.

Con base a lo señalado por Pennington y Revelo (1997), en una hectárea solo, se puede encontrar un individuo. Para la recolección en Andrade Marín se consideró dos individuos, y en Ibarra se consideró tres.

3.3.5 Preparación del ensayo

3.3.5.1 Preparación del sustrato

El sustrato fue preparado con 50% de suelo de sitio, 40% de abono de alpaca y 10% de pomina, esta proporción fue empleada tanto para la propagación sexual y asexual.

3.3.5.2 Desinfección del sustrato

El sustrato fue desinfectado con FOSFONIC un compuesto químico, se utilizó una dosis de 20 g por 1 litro de agua. La cantidad tanto de agua como el compuesto químico se empleó con base a la cantidad de sustrato que fue utilizada tanto para la reproducción sexual como asexual. La cantidad fue de 200 g en 10 litros de agua.

3.3.5.3 *Enfundado y distribución en el vivero*

Se llenaron un total de 832 fundas de polietileno color negro de 12.5 x 20.5 cm, considerando un total tanto para la propagación sexual como asexual. Se llenaron las fundas tratando de que no existan bolsas de aire para evitar inconvenientes futuros. Se colocaron letreros en cada unidad experimental para identificar los tratamientos y asegurar la veracidad de los datos y los resultados de cada tratamiento.

3.3.6 *Recolección del material vegetativo*

3.3.6.1 *Estacas*

Las estacas fueron seleccionadas de ramitas de unos 25 cm de longitud y hasta 1cm de diámetro originalmente con dos hojas (Pennington y Revelo, 1997).

Una vez recolectadas para que no se deshidraten, fueron colocadas en un balde con agua.

3.3.6.2 *Semillas*

Se recolectó las vainas, las cuales en cada vainita tenían un promedio de 8 semillas. Se recolecto un total de 40 vainas en promedio. Una vez recolectado el fruto, se removió la pulpa de cada semilla. Se escogió las mejores semillas, para la posterior siembra.

3.3.7 *Instalación del ensayo*

3.3.7.1 *Estacas*

Las estacas 48 horas antes de la plantación fueron colocadas con el compuesto RAIZAL 400, utilizando una dosis de 250 g en 8 litros de agua, en total se empleó para las 576 estacas. La mezcla de agua con el enraizante se volvió aplicar sobre las estacas en 15 días con bomba de mochila. Luego las estacas fueron enterradas una tercera parte en el sustrato, ligeramente inclinadas hacia donde sale el sol, con la finalidad de que absorban la mayor cantidad de luz solar para su desarrollo y que el agua no se estanque para evitar la pudrición de la misma.

3.3.7.2 *Semillas*

Una vez que las semillas fueron removidas de la pulpa se sembró un total de 256 semillas para los respectivos tratamientos de los dos cantones.

Para la inoculación se utilizó 640 g de las bacterias del género *Rhizobium*. Las semillas sin inoculación fueron sembradas directamente, a diferencia de las semillas con inoculación, donde primero se colocó una cucharadita pequeña de rizobium (10 g), seguido la semilla y al final fue cubierta con tierra proveniente donde los frutos fueron recolectados.

3.3.8 Labores de mantenimiento

3.3.8.1 Protección

Se construyó un vivero temporal, cubierto la parte del techo con plástico, las partes posteriores e inferiores se cubrió con plástico. Un mes después las partes posteriores e inferiores se cubrieron con sarán, para evitar el exceso de calor. Por lo contrario, las estacas fueron recubiertas la parte de encima con sarán, para evitar el daño por otros animales.

3.3.8.2 Riego

Se realizó el riego de las estacas pasando un día, esto con la ayuda de una bomba de fumigación para evitar que las estacas se muevan y causar efectos negativos en el experimento.

El riego en las semillas se realizó una vez por día, en la tarde se utilizó tres litros de agua diariamente, y en algunos días, debido a la humedad por la lluvia se cambió el riego cada dos días.

3.3.8.3 Deshierbe

Se realizó el deshierbe de las fundas una vez cada 15 días a partir del establecimiento del experimento, se lo realizo con la finalidad de que no exista competencia con la mala hierba.

3.3.9 Control fitosanitario

El control se lo realizo cada ocho días, a la vez que se tomaba los datos, evaluando enfermedades y plagas.

- Babosas

Para el control de las babosas se utilizó cada 15 días, “PROFEAGRO” insecticida agrícola, se mezcló seis cm del insecticida en cinco litros de agua. Fue aplicado solo en el periodo de invierno ya que en este tiempo se vio la presencia de babosas.

- Antracnosis

Para el control de esta enfermedad se aplicó “LUMBER 500”, se lo aplico una vez a la semana, se utilizó 20 g en un litro de agua.

3.3.10 Variables a considerar para la caracterización morfológica de las semillas.

Las variables utilizadas fueron las siguientes:

3.3.10.1 Tamaño

El tamaño se determinó con base a la metodología propuesta por Gunn (1984). La metodología consistió en medir cada una de las semillas, tomando en cuenta el largo y el ancho expresada en milímetros

$$\text{Tamaño: } l(\text{mm}) \times a(\text{mm}) \text{ Ec. 1}$$

Fuente: (Gunn, 1984)

Para la medida se empleó el calibrador, midiendo el largo y el ancho. Con el cual se realizó cinco repeticiones, cada repetición con 10 semillas.

3.3.10.2 Número de semillas por vaina

Se consideró el estudio realizado por Romero y Granda (2020), donde recolectaron de cinco a diez frutos maduros de cinco individuos por cada especie. Para el estudio se consideró 10 vainas pequeñas (11- 14.5 cm) y 10 vainas grandes (18-21 cm) para cada procedencia, las cuales fueron medidas con la ayuda del calibrador.

3.3.11 Variables para determinar la calidad de semillas

La calidad de las semillas se realizó con base a las normas ISTA (2016). Las variables utilizadas fueron las siguientes:

- Pureza

Para determinar el porcentaje de pureza se consideró el peso total de 1000 semillas. De este peso total, se dividió para tomar en cuenta, el peso de; semillas puras, semillas con impurezas y materia inerte, para obtener el correspondiente porcentaje de pureza.

$$p = \frac{\text{Peso de semillas puras}}{\text{peso total de la muestra}} * 100 \text{ Ec. 2}$$

Fuente: (Asociación Internacional de Análisis de Semillas [ISTA]., 2016)

- Peso semillas

Para el peso de las semillas se consideró las normas ISTA (2016), se realizó 10 repeticiones de 100 semillas. Fue importante considerar el valor del coeficiente de variación, que indica que debe ser inferior al 4% prescrito por ISTA, considerando así que la muestra sea homogénea, para así no tomar nuevas muestras.

$$\delta \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)} \quad Ec. 3$$

Fuente: (Asociación Internacional de Análisis de Semillas [ISTA]. 2016)

Donde:

n= Numero de las muestras

$(\sum x^2)$ = Sumatoria de cada muestra al cuadrado

$(\sum x)^2$ = Sumatoria total al cuadrado

Coefficiente de variación= (Desviación típica promedio) x 100

Al final se obtuvo el peso de la semilla con la siguiente formula:

$$Peso \ de \ 1000 \ semillas = \bar{X} * 10 \quad Ec. 4$$

Fuente: (Asociación Internacional de Análisis de Semillas [ISTA]. 2016)

3.3.12 Prueba T- student

La prueba T de student es un tipo de estadística deductiva utilizada para determinar si existe diferencia entre las medias de dos grupos. Se asume que las variables presentan una distribución normal (Rivas, Pérez y Talavera, 2013)

Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula propuesta por (Olea, 2016). Ya que se va a comprar entre tamaños muestrales y varianzas diferentes.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$gl = (n_1 - 1) + (n_2 - 1) \text{ Ec. 5}$$

Fuente: Olea (2016).

Se realizó los cálculos con la formula mencionada para determinar si existen diferencias entre de las variables de semillas por vaina, tamaño de las semillas, porcentaje de pureza y peso de 1 000 semillas, correspondientes para los cantones de Ibarra y Antonio Ante.

3.3.13 Diseño experimental.

Se empleó el diseño irrestricto al azar, con un arreglo bifactorial: métodos de propagación y procedencias.

3.3.14 Factores de estudio

3.3.14.1 Propagación sexual

En cuanto a los factores de estudio, fueron divididos en factor A (semillas sin inoculación y semillas con inoculación), y factor B (Ibarra y Antonio Ante), como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.

Factores de estudio- Propagación sexual.

Factor A (métodos de propagación)	Factor B (Procedencias)
A1 semillas sin inoculación	B1 Ibarra
A2 semillas con inoculación	B2 Antonio Ante

3.3.14.2 Propagación asexual

Los factores fueron divididos en factor A (estacas mínimo tres yemas, estacas con defoliación al 75%, y estacas con defoliación al 100%) y factor B (Ibarra y Antonio Ante), como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7.

Factores de estudio- Propagación asexual.

Factor A (métodos de propagación)	Factor B (Procedencias)
A3 estacas, mínimo con tres yemas	B1 Ibarra
A4 estacas con defoliación al 75%	B2 Antonio Ante
A5 estacas con defoliación al 100%	

3.3.15 Tratamientos

Para evaluar la propagación sexual y asexual se las consideró como variables independientes. Por ende, se presentaron cuatro tratamientos por propagación sexual y seis tratamientos para propagación asexual.

- Propagación sexual

Al combinar el factor A y el factor B, para la propagación sexual se presentó un total de cuatro tratamientos, como se observa en la tabla 8.

Tabla 8.

Tratamientos para la propagación sexual.

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	FACTOR A * FACTOR B
T1	A1B1	Semillas sin inoculación- Ibarra
T2	A2B1	Semillas con inoculación- Ibarra
T3	A1B2	Semillas sin inoculación- Antonio Ante
T4	A2B2	Semillas con inoculación- Antonio Ante

- Propagación asexual

En la combinación de los correspondientes factores se generan seis tratamientos para la propagación asexual, como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9.

Tratamientos para la propagación asexual.

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	FACTOR A * FACTOR B
T5	B1A3	Ibarra- Estacas mínimo tres yemas
T6	B1A4	Ibarra- Estacas con defoliación al 75%
T7	B1A5	Ibarra- Estacas con defoliación al 100%
T8	B2A3	Atuntaqui- Estacas mínimo tres yemas
T9	B2A4	Atuntaqui- Estacas con defoliación al 75%
T10	B2A5	Atuntaqui- Estacas con defoliación al 100%

3.3.16 Características de las pruebas de germinación por ensayo.

3.3.16.1 Propagación sexual

Tratamientos: cuatro

Repeticiones: cuatro

Unidades experimentales: 16 semillas

3.3.16.2 Propagación asexual.

Tratamientos: seis

Repeticiones: cuatro

Unidades experimentales: 24 estacas

3.3.17 Modelo estadístico

Después del análisis de los datos, si estos cumplen condiciones de normalidad y homogeneidad se procederá a realizar el análisis de varianza (ADEVA) y después una prueba de medias; si no cumplen esas condiciones se procederá a realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

3.3.18 Evaluación de datos

Para la evaluación de datos, no se tomó en cuenta el efecto, y se consideró lo siguiente, tanto para la propagación sexual y propagación asexual:

3.3.18.1 Propagación sexual

- Poder germinativo.

Permite determinar la capacidad germinativa, se considera el número de individuos que se sembró al inicio y al final de la investigación cuantas semillas emergieron. La fórmula se presenta con base a la norma ISTA (2016).

$$Pg = \frac{Tsg}{Tsc} \times 100 \quad \text{Ec. 6}$$

Fuente: (Asociación Internacional de Análisis de Semillas [ISTA]., 2016)

Donde:

Pg: Poder germinativo (%)

Tsg: Total de semillas germinadas (unidad)

Tsc: Total de semillas colocadas

- Velocidad de germinación

Se obtuvo a través del conteo diario de las plántulas emergidas a partir de la siembra. El índice de velocidad de emergencia IVE se calculó mediante la expresión propuesta por Maguire (1962), citado por (Espitia, Cardona, y Araméndiz, 2016)

$$\text{Velocidad de germinación} = \frac{P1}{T1} + \frac{P2}{T2} + \frac{P3}{T3} + \dots + \frac{Pn}{Tn} \quad \text{Ec.6}$$

Fuente: Espitia, Cardona, y Araméndiz (2016)

Donde:

P1, P2, P3....., Pn: número de plántulas normales, germinadas y completas en el primer, segundo, tercer y último conteo de evaluación.

T1, T2, T3....., Tn: tiempo en días para cada germinación.

- Vigor

El efecto de cada uno de los tratamientos sobre el vigor de la semilla se determinó mediante el valor de germinación (VG), llamado también Índice de Czabator, ecuación propuesta por Czabator (1962), citado por (Piedrahita, 1987)

$$VG = GDM \times VM \text{ Ec. 7}$$

Fuente: Czabator (1962)

Donde:

GDM: Germinación diaria media

VM: Valor máximo

La GDM es la razón entre el porcentaje de germinación total de la prueba y el tiempo (en días) que tarda para alcanzar ese valor.

El VM es el cociente máximo obtenido de dividir el porcentaje de germinación acumulado (en cualquier día) por el número de días para alcanzarlo.

- Porcentaje de poliembrionía

Para determinar el porcentaje de poliembrionía se tomó como referencia el estudio de Arrieta, Ramírez, y Navarrete (2017) se cuantificaron en cada una de las repeticiones contando el número de semillas que dieron origen a más de una plántula por semilla.

$$\% \text{ de poliembrionia} = \frac{\text{Número de semillas con más de un embrión}}{\text{Número total de semillas evaluadas}} * 100 \text{ Ec 8}$$

Fuente: Arrieta, Ramírez, y Navarrete (2017)

- Altura

Se determinó con la ayuda de una regla graduada en centímetros, se midió desde la base del tallo hasta la yema principal, se lo realizó cada 8 días durante 4 meses (120 días).

- Número de hojas.

Para esta variable se tomó datos a los 8 días después de la siembra, y de manera consecutiva se lo realizó cada 8 días hasta que se termine el ensayo en un tiempo de 120 días.

- Color de hojas.

Se considero esta variable cada ocho días, en base a la invetsigacion realizada por Abril et al. (2018) , donde se consideró los colores; hojas verdes, hojas amarillas y de hojas secas (café).

3.3.18.2 Propagación asexual

- *Numero de brotes*

Se contó el número de rebrotes en tres estacas elegidas al azar en cada unidad experimental, a los 60, 90, 150 y 180 días de establecido el experimento (Quinapallo y Velez, 2013).

- *Relación raíz/tallo*

En el estudio realizado por Portilla (2012), para este parámetro será considerado una vez que finalice la investigación, tomando como referencia el peso seco y húmedo tanto de la raíz como el tallo, considerando otra variable como la calidad de las plántulas. Se evaluará a los 120 días, tomando 10 plántulas por cada tratamiento.

3.3.19 Análisis de costos

En referencia a Fullada y Paredes (2008), se determina los costos de producción, donde se tomó en cuenta dos variables, en este caso costos fijos y costos variables.

3.3.19.1 Costos fijos

- *Costos de inversión*

Se consideró la adquisición de equipos y materiales de acuerdo a la cotización de precios en el mercado.

- *Depreciación*

Se determinó la vida útil de cada herramienta o equipo utilizado durante la investigación aplicando la siguiente formula:

$$D = \frac{PC-VR}{N} \text{ Ec. 9}$$

Fuente: Boboy y Teca (2010)

Donde:

D: depreciación

PC: precio de compra de la herramienta o equipo

VR: valor de reventa

N: años de vida útil

3.3.19.2 Costos variables

Se consideró la obtención del sustrato, preparación del sustrato, instalación del ensayo, preparación de la inoculación, y mantenimiento.

- Obtención del sustrato: se consideró actividades como la extracción de tierra del lugar, adquisición del abono de alpaca, adquisición pomina (transporte de tierra del lugar, transporte de abono de alpaca, transporte de pomina)
- Preparación del sustrato: aquí se realizó actividades como tamizado de tierra, abono y pomina, mezcla de tierra del sitio+ abono+ pomina y la desinfección del sustrato.
- Instalación del ensayo: se consideró las actividades como limpieza del sitio, construcción del mini vivero, identificación del ensayo, recolección de las semillas y establecimiento de las semillas
- Preparación de la inoculación: se realizaron actividades como la recolección de rizobium.
- Mantenimiento: se tomó en cuenta el riego dependiendo el clima que se presentó durante la investigación y a la vez se consideró el deshierbe que se realizó cada 15 días.

3.3.19.3 Cálculo del costo total

Para el cálculo se aplicó la siguiente fórmula:

$$CT = Cft + Cvt \quad \text{Ec. 10}$$

Fuente: Chiliquinga y Vallejos (2017).

Donde:

CT: costo total

Cft: costo fijo total

Cvt: costo variable total

Para determinar los costos de producción por plántula por medio de la propagación sexual (semilla), se empleó la siguiente fórmula:

$$CTu = \frac{CT}{q} \quad \text{Ec. 11}$$

Fuente: Chilibingua y Vallejos (2017).

Donde:

CTu: costo total unitario

CT: costo total

Q: cantidad

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización fenotípica

4.1.1 Variables dasométricas

La altura en promedio de los árboles de Ibarra y Antonio no difieren ya que la altura es de 8 m. En cuanto a las demás características dasométricas en promedio los datos del cantón Antonio Ante, difieren mínimamente a los datos del cantón Ibarra, como se observa en la tabla 10.

Tabla 10.

Variables dasométricas de las procedencias de Antonio Ante e Ibarra.

Procedencia	Árbol	DAP (m)	Altura (m)	Volumen (m^3)	Diámetro Copa (m)
Antonio Ante	1	0.24	7.5	0.19	9.29
	2	0.33	7.5	0.35	10.48
Ibarra	1	0.26	6.70	0.19	9.28
	2	0.28	8.80	0.29	9.79
	3	0.24	9.40	0.24	9.81

Esta información con referencia a la altura que se obtuvo en esta investigación es totalmente diferente a la que generó Chanaguano (2019), quien en su trabajo localizó los árboles entre 2 750 y 2 822 msnm., donde obtuvo como resultados una altura entre cuatro y ocho metros.

Con referencia a los datos del DAP, altura y diámetro de la copa, en la investigación realizada por la Fundación Botánica de los Andes (2013), encontraron los árboles a una altitud de 2 781 msnm., los cuales presentaron una altura de 9m, un DAP de 0.34m y la copa de 15.40 m de diámetro.

Dentro del Ecuador existen diferentes especies del género *Inga*, las cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a su hábitat, este es el caso *I. carinata* estudiada por Amores (2011), los árboles fueron localizados a una altitud entre 2 000 y 1 150 msnm cuyos resultados fueron un DAP

de 0.54 m, copa de 10 m y volumen de 4.86 m^3 , por otro lado la especie *Inga. sp* con dos individuos obtuvo un valor de DAP 0.207 m, copa 10m y volumen de 0.42 m^3 .

En la presente investigación las variables dasométricas como; la altura de los árboles, DAP, volumen y el diámetro de la copa, puede tener influencia con la altitud en la que se encuentran los árboles, ya que como mencionan otros autores con *Inga insignis* Kunth a mayor altitud, se presenta mayor altura, DAP, volumen y diámetro de la copa en los árboles.

4.1.2 Variables fenotípicas

En cuanto a las variables fenotípicas, las procedencias del cantón Ibarra y Antonio Ante, presentan resultados semejantes con referencia a un fuste ligeramente torcido, un estado fitosanitario sano y una edad de cinco años, como se puede observar en la tabla 11.

Tabla 11

Variables fenotípicas de las procedencias de Antonio Ante e Ibarra.

Variables fenotípicas				
Procedencia	N.º árboles	Forma del fuste	Estado Fitosanitario	Edad (Años)
Antonio Ante	1	Ligeramente torcido	Sano	5
	2	Ligeramente torcido	Sano	5
	1	Ligeramente torcido	Sano	5
Ibarra	2	Ligeramente torcido	Sano	5
	3	Ligeramente torcido	Sano	5

En cuanto a estas variables fenotípicas no se presentan otros estudios relacionados con la especie estudiada, sin embargo se realiza un análisis comparativo con otras especies como menciona Palomeque et al. (2017) en la metodología de su investigación con diferentes especies entre estas, *Inga acreana*, identificaron a los árboles madre, con las mejores características fenotípicas tales como: fuste recto, sin ramificaciones en la base, ausencia de enfermedades y plagas.

La variable edad puede llegar a influir en el crecimiento de las plantulas como menciona, Trejos (1996) , que la edad de la planta madre es uno de los factores que afecta a la capacidad de

enraizamiento, esto se considera, tanto en la propagación sexual como asexual. La heredabilidad es un parámetro para orientar las posibilidad de mejoramiento genético a través de la selección de individuos donde se considera variables como altura, diámetro, forma del fuste, edad y estado fitosanitario (Alía et al, 2005).

Estas características estudiadas en *Inga insignis* Kunth, son importantes considerar como menciona Oliva et al. (2014) que las variables; forma del fuste, estado fitosanitario y edad, pueden influir en la variación anual de la producción de semillas, producción del fruto y posteriormente en el desarrollo de nuevas plántulas, es por esto que el árbol ideal debe ser superior en todos los aspectos incluido el de valor económico.

4.1.3 Variables morfológicas cuantitativas

Los árboles de la procedencia de Ibarra presentaron, mayor número de tallos, a diferencia de los individuos procedentes de Antonio Ante, por cuanto se presenta mayor número de frutos, como se puede observar en la tabla 12, y en el apartado de los anexos de tablas.

Tabla 12.

Variables morfológicas cuantitativas de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.

Variables morfológicas						
Procedencia	Números de Árboles	Número Total de Tallos Principales	Número Total de Tallos Secundarios	Número Total de Tallos Terciarios	Número Total de Centros de Producción	Número de Fruto por Centro de Producción
Ibarra	3	4	9	17	42	288
Antonio Ante	2	2	4	21	25	111

Esta metodología fue empleada por Sánchez, Villares y Niño (2018), con mora de castilla *Rubus* (glaucus), el objetivo fue conocer que zona presenta mayor número de tallos, las zonas fueron clasificadas en; alta (3 000- 2 500 msnm), media (2 500- 2 100 msnm) y baja (por de debajo de 2 100), los autores mencionan que debido a la importancia local y regional, es importante conocer la variabilidad genética, para que estas variables permitan la formación de jardines

clónales como fuente de material vegetal, siendo así que en la zona baja es donde se presentó mayor número de tallos a diferencia de las dos zonas mencionadas.

Al considerar en este estudio esta variable, que no ha sido tomada en cuenta en árboles frutales, la procedencia del cantón Ibarra, indica una condición favorable, al presentar mayor número de tallos a diferencia de los árboles procedentes del cantón Antonio Ante. Este es un piso altitudinal que a futuro puede generar grandes beneficios, con esto se podría considerar la creación de un jardín clonal, con el fin de conservar la especie o mejorarla por medio del mejoramiento genético.

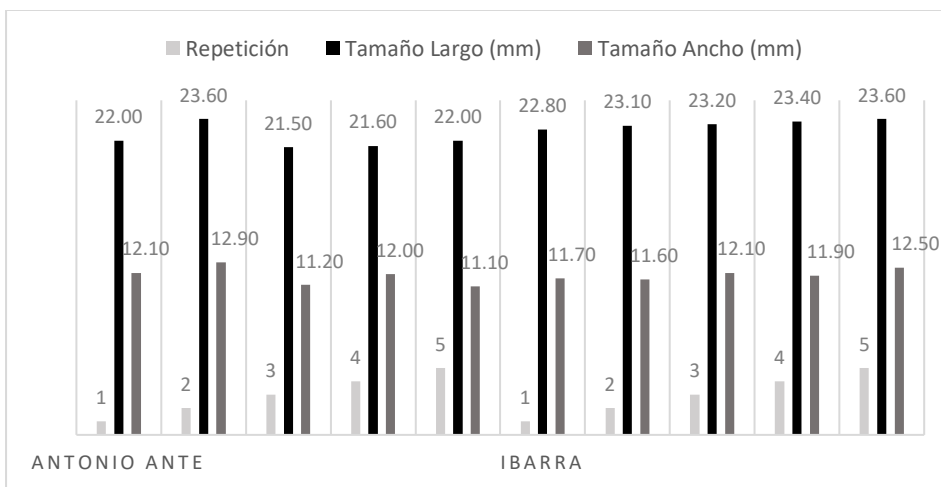
4.2 Caracterización morfológica de la semilla

4.2.1 Tamaño

El tamaño de las semillas, en cuanto al ancho los dos cantones Ibarra y Antonio Ante, no existen diferencias, a diferencia del largo de las semillas existen variaciones mínimas, como se observa en la figura 2 y tabla 13.

Figura 2.

Tamaño (mm) de las semillas procedentes de Ibarra y Antonio Ante.



Para esta variable no se encontró investigaciones relacionados con la especie estudiada, por esta razón se realizan análisis comparativo con otras especies del género *Inga*, como menciona Sanchez et al. (2016), quienes realizaron un estudio sobre la caracterización física, nutricional y

no nutricional de las semillas de *Inga paterno*, donde se presentó un tamaño de 17.5 mm de largo, y un ancho de 9.9 mm.

En otra investigación con *Inga jinicuil*, Vargas, De la O, y Pire (2004), seleccionaron cinco árboles de con una edad aproximadamente de 15 años de edad, donde se recolecto 150 frutos en Tabasco- México, las semillas presentaron valores de largo (mm) 40.7 ± 0.009 y un ancho (mm) de 19.1 ± 0.09 (citado por Vargas y Pire, 2016).

Cada especie del género *Inga*, presenta diferentes características, al comparar a *Inga insignis* Kunth con los resultados de *Inga paterno*, la especie estudiada presenta valores más altos en cuanto al largo y ancho de la semilla, cada especie es diferentes en sus características organolépticas.

4.2.1.1 Prueba de Tstudent- tamaño de las semillas

La prueba de t de student indica que para el largo de las semillas si existen diferencias significativas, con valores mínimos, a diferencia del ancho que no existen diferencias significativas, como se puede observar en la tabla 13.

Tabla 13.

Valores de t student del tamaño de las semillas (mm), de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.

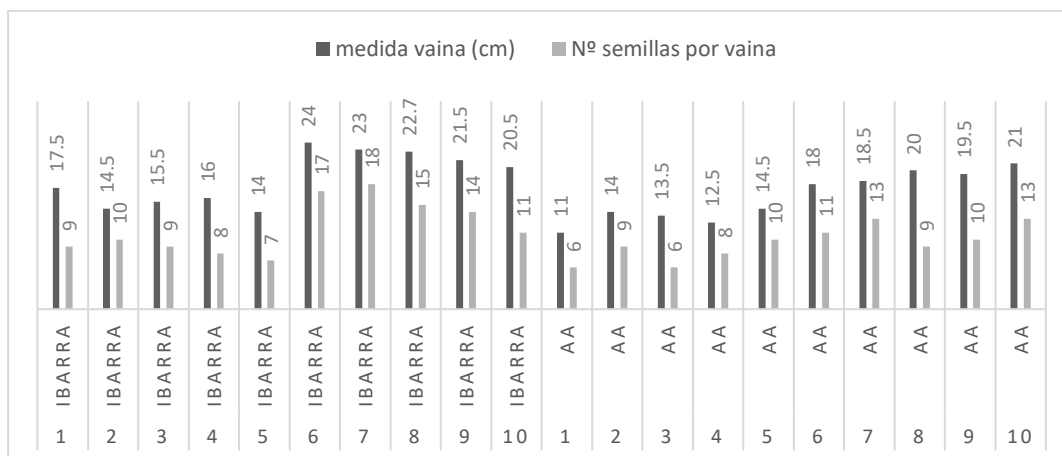
Tamaño de las semillas (mm)						
	Largo (mm)			Ancho (mm)		
Estadísticos	Ibarra	Antonio Ante	Estadísticos	Ibarra	Antonio Ante	
media	23.22	22.14	media	11.96	11.86	
p-valor	0.0366		p-valor	0.7595		
T	2.12		T	0.31		

4.2.2 Semillas por vaina.

Al considerar esta variable, se tomó en cuenta el largo de la vaina, para las vainas del cantón Ibarra se presentó una vaina de 18.92 cm de largo con 12 semillas, a diferencia de las vainas de Antonio Ante que presentan una medida promedio de 16.25cm de largo con 10 semillas como se indica en la figura 3.

Figura 3.

Medida de la vaina y número de semillas de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.



Romero y Granda (2020), consideraron 154 especies leñosas dentro del Ecuador, que incluía a *Inga insignis* Kunth, se tomó de cinco a diez frutos maduros de cinco individuos, esta especie presentó 7 ± 1.3 semillas por fruto, a la vez indica también que *Inga edulis* Mart presentó 14 ± 4.0 semillas por fruto.

Además se presentan otras especies, que difieren en el número de semillas por vaina como indica Ledesma (2014), la especie *Inga edulis*, muestra vainas con una longitud de 40 a 120 cm y de ancho 3.6 cm, con 10 a 20 semillas. Así también Reynel y Albán (1986), dentro de su estudio tomaron en cuenta a *Inga ruiziana*, que presento una vaina de 13cm de largo y 2.5cm de ancho con seis a nueve semillas.

La cantidad de las semillas, tiene una estrecha relación con el tamaño de la vaina, como menciona Duarte et al. (2017) que si se desea tener mayor cantidad de semillas de buena calidad, es recomendable cosechar frutos de mayor tamaño. De la misma manera, menciona Valencia et al. (2010) que las semillas de las especies forestales de forma general, poseen un valor agregado, este es el caso de *Inga edulis* tradicionalmente los frutos de segunda calidad, lo consumen el ganado vacuno, porcino, aviar y en piscicultura. La semilla contiene proteínas, que le dan potencial como ingrediente en la alimentación de los animales.

4.2.2.1 Prueba Tstudent- Número de semillas por vaina.

La prueba de la t de student al 99% muestra que existen diferencias significativas, con esto la procedencia de Ibarra muestra un valor alto en cuanto a la medida de la vaina y el número de semillas, a diferencia de la procedencia de Antonio Ante, como se puede observar en la tabla 14.

Tabla 14.

Prueba T student de la medida de la vaina y el número de semillas por vaina de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.

Medida de las vainas (cm)			Número de semillas por vaina		
Estadísticos	Ibarra	Antonio Ante	Estadísticos	Ibarra	Antonio Ante
media	18.92	16.25	media	11.8	9.5
p-valor		0.1226	p-valor		0.1328
T		1.62	T		1.57

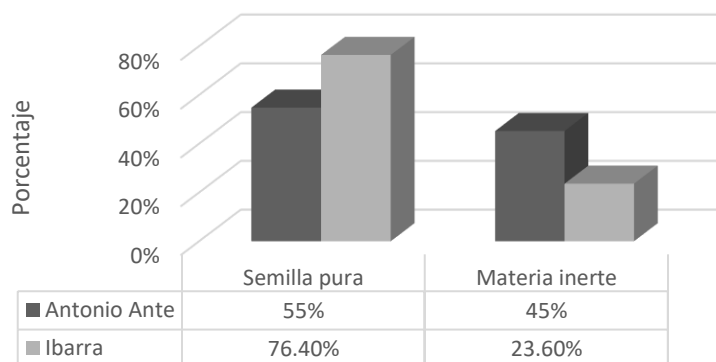
4.3 Determinación de la calidad de las semillas

4.3.1 Porcentaje de pureza.

Las semillas de la procedencia de Ibarra presentan mayor porcentaje de pureza con un 76.4 % a diferencia de las semillas de Antonio Ante que presentaron un porcentaje del 55 %. En cuanto al porcentaje de materia inerte la procedencia de Ibarra, representa un valor bajo a diferencia de Antonio Ante como se muestra en la figura 4.

Figura 4.

Porcentaje de pureza y materia inerte de las semillas procedentes de Antonio Ante e Ibarra.



Los porcentajes presentados en esta investigación son diferentes con otras especies como menciona Palomeque et al. (2017), quienes seleccionaron a *Inga acreana* Harms por su importancia, ecológica y socioeconómica, procedente del bosque San Francisco, donde se consideró dos individuos, las semillas presentaron 56.44 y 49.67% de pureza, con la misma especie menciona Alvarado y Encalada (2010), que obtuvieron un 47.6 % de pureza.

Con referencia al porcentaje de pureza, las semillas del cantón Ibarra presenta un valor más alto que las especies mencionadas, a diferencia de las semillas de Antonio Ante e *Inga acreana* que presentan un valor inferior. El análisis de pureza es importante para conocer la calidad de las semillas, este porcentaje también influye en el número de semillas /kg, posteriormente en el rendimiento de las plántulas, y en la densidad apropiada de la siembra.

4.3.1.1 Prueba Tstudent- Porcentaje de pureza.

La prueba de t de student muestra que existen diferencias significativas, en esta variable muestra que se presenta mayor pureza en cuanto a las semillas procedentes de Ibarra, como se observa en la tabla 15, a diferencia de Antonio Ante que el valor difiere mucho con respecto al porcentaje de pureza.

Tabla 15.

Prueba T student- Porcentaje de pureza de Ibarra y Antonio Ante.

Porcentaje de pureza		
Estadísticos	Ibarra	Antonio Ante
Media	76.36	54.76
p-valor		0.0019
T		3.64

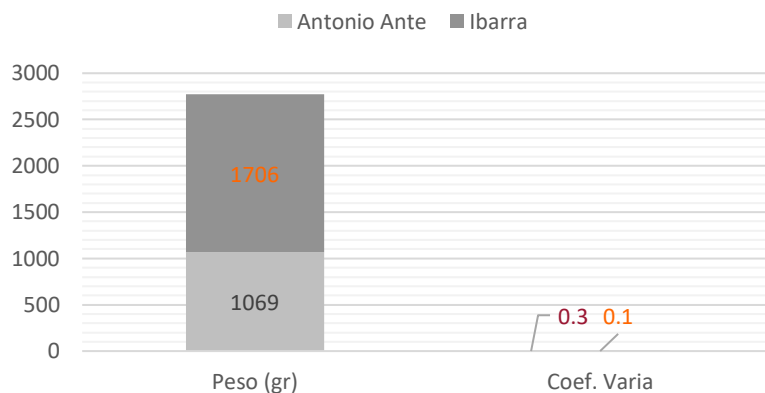
4.3.2 Peso de semillas

En cuanto al peso las semillas de Ibarra presentan un peso mayor de 1 706 g a diferencia de las semillas de Antonio Ante que presento 1 069 g, ante esto se muestra un coeficiente de

variación bajo del 10%, que indica que la muestra es homogénea, como se puede ver en la figura 5.

Figura 5.

Peso (g), de mil semillas de las procedencias de Antonio Ante e Ibarra.



Esta investigación no concuerda, con el estudio realizado por Palomeque et al. (2017), donde se utilizó *Inga acreana* Harms, empleo cuatro réplicas de 100 semillas, las semillas presentaron un peso de 39.5g y 44.01 g. Con la misma especie realizaron un estudio Alvarado y Encalada (2010), utilizaron ocho réplicas de 100 semillas, estas presentaron un peso de 400.8 g.

Con base a los diferentes estudios mencionados se presentan en ciertos pesos de las semillas valores bajos ya que la muestra fue entre ocho a cuatro replicas, a diferencia de la investigación realizada donde se utilizó 10 réplicas de 100 semillas, la cantidad de la muestra fue considerada en base a las Normas ISTA 2016. Al presentar las semillas de la procedencia del cantón Ibarra, un valor alto en cuanto al peso, esta información es considerada importante en las operaciones del vivero y ayuda a determinar el rendimiento de las plantas.

4.3.2.1 Prueba Tstudent- Peso de semillas

La prueba de t de student muestra que existen diferencias significativas entre el peso de mil semillas dominado por la procedencia de Ibarra, presentando una certeza estadística del 95%, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16.

Prueba T student- peso semillas de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.

Peso semillas (g)		
Estadísticos	Ibarra	Antonio Ante
Media	1706	1069
p-valor		0.0002
T		4.63

4.4 Variables de estudio- Propagación sexual.

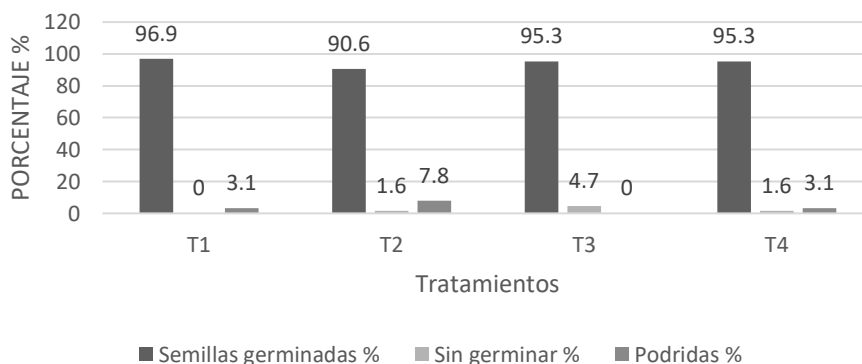
Como recolección de datos secundarios después de la instalación del ensayo se consideró las siguientes variables:

4.4.1 Porcentaje de germinación.

Inga insignis Kunth, en el segundo ensayo presento una germinación en un lapso de 14 días hasta los 112 días, presentó el 95% de germinación en promedio de los cuatro tratamientos. El porcentaje se ve representado mayormente por el tratamiento uno, que fue de 96.9%, como se indica en la figura 6, y el porcentaje más bajo fue en el tratamiento dos con un 90.6% de germinación.

Figura 6.

Porcentaje de germinación en los tratamientos de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.



En la investigación de Abril et al. (2017), utilizaron diferentes diámetros de semillas y tratamientos pregerminativos, donde *Inga spectabilis* alcanzo el 100% de germinación a los cinco días, a diferencia de *Inga edulis*, que fue a los 15 días, donde mostró un porcentaje del 89%. Como también menciona Ledesma (2014) con *Inga edulis*, empleó en su metodología tres tamaños diferentes de semillas desde 20 mm, 28 mm y 37 mm, posterior presentó un valor del 90.74% de plantas germinadas en un promedio de 15 días.

Reynel y Albán (1986), en su estudio con *Inga ruiziana* utilizaron en el primer ensayo 400 semillas, y 100 semillas en el segundo ensayo, secas al sol por dos días, presentó baja susceptibilidad a luz intensa durante la germinación. La germinación se dio desde los tres días hasta los 16 días, en el primer ensayo presentó 98% de germinación, en el segundo ensayo presento un 14% de germinación.

La especie estudiada no concuerda con las especies mencionadas, en la presente investigación, no se consideró el diámetro de las semillas, el objetivo fue sembrar semillas con inoculación (rizobium) y sin inoculación, obteniendo así un total de 256 semillas sembradas de forma general de los cuatro tratamientos. La germinación es importante ya que, indica que por esta vía sexual *Inga insignis* Kunth, puede ser multiplicada.

4.4.1.1 Análisis estadístico del porcentaje de germinación

Al cumplir los datos del porcentaje de germinación con normalidad y homogeneidad, se realizó un análisis de varianza. Los porcentajes de germinación que se obtuvieron en los tratamientos fueron: el primero de 96.9% representa el mayor porcentaje, el segundo de 90.6%, el tercero de 95.3% y el ultimo tratamiento 95.3% como se observa en la tabla 17.

Tabla 17.*ADEVA del porcentaje de germinación*

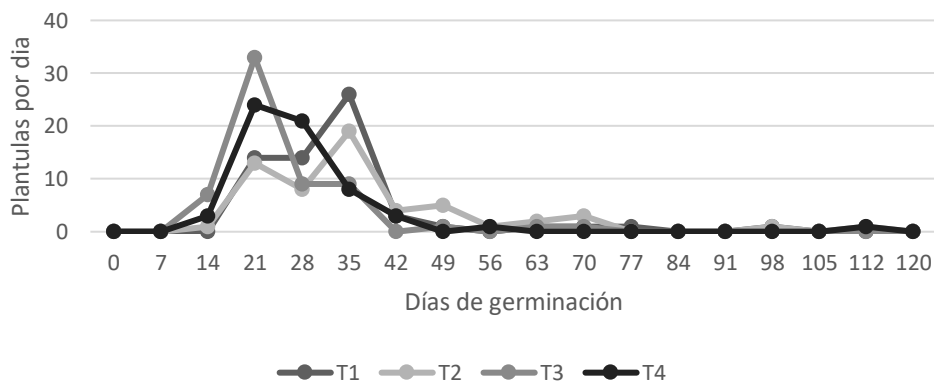
Variable	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P-valor
Modelo	0.01	3	2.9E-03	0.78	0.5262
Procedencia	9.8E-04	1	9.8E-04	0.26	0.6188
Método	3.9E-03	1	3.9E-03	1.04	0.3272
Procedencia*Método	3.9E-03	1	3.9E-03	1.04	0.3272
Error	0.04	12	3.7E-03		
Total	0.05	15			

CV= 6.47

El análisis de varianza de la germinación, presento un coeficiente de varianza de 6.47 indicando que la muestra es homogénea. El Fisher calculado de los tratamientos y procedencias con la correspondiente inoculación o sin inoculación, no presentan diferencias significativas.

4.4.2 Número de semillas germinadas cada siete días.

Se encontraron semillas germinadas al interior de los frutos, este fenómeno es denominado viviparidad. La germinación se da durante los 14 días hasta los 112 días, *Inga insignis* Kunth logro su pico más alto a los 21 días, como se puede observar en la figura 7.

Figura 7.*Número de semillas germinadas de Inga insignis Kunth cada siete días.*

En la investigación de Orozco et al. (2013), utilizaron 100 semillas para *Inga densiflora*, y para *Inga edulis*, utilizó 800 semillas. Sus resultados fueron que *Inga densiflora*, a partir del cuarto día la germinación aumenta progresivamente, logrando su pico más alto al octavo día donde se presentó un total de 39 semillas germinadas. Al contrario de *Inga edulis*, que al tercer día presentó mayor número de semillas germinadas, con un total de 558 semillas, seguido al cuarto día donde germinaron 125 semillas.

El lugar de propagación de *Inga insignis* Kunth; fue un sitio con una altitud diferente al sitio de recolección del material vegetativo tanto en el cantón Ibarra y Antonio Ante, al variar el clima se presenta otra adaptación para el crecimiento de las plántulas. Con base a esto, la presente investigación muestra valores inferiores, en cuanto al número de semillas germinadas cada siete días, donde del total de 256 semillas sembradas, el pico más alto alcanzó a los 21 días con 84 semillas germinadas, esto se observó en promedio de los cuatro tratamientos.

4.4.2.1 Prueba de Kruskal del número de semillas germinadas cada siete días

Los días de germinación para los tratamientos inicia para: el tratamiento uno a los 21 días, tanto los tratamientos dos, tres y cuatro germinaron a los 14 días. El pico más alto donde se presenta diferencias significativas a diferencia del resto de días que duro el ensayo, se presenta a los 21 días como se puede observar en la tabla 18.

Tabla 18.*Prueba de Kruskal Wallis del número de semillas germinadas cada siete días.*

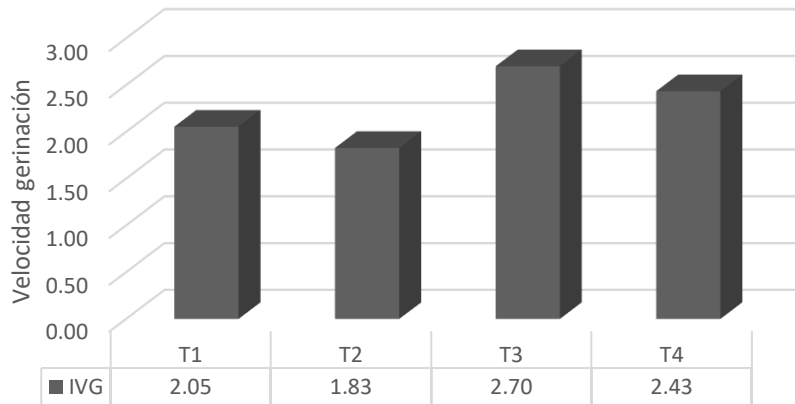
Prueba de Kruskal Wallis del número de semillas germinadas cada siete días					
		T1	T2	T3	T4
14 días	Medias	0 (A)	0.25 (A)	1.75 (B)	0.75 (A)
	P-valor			0.1314	
21 días	Medias	3.5(A)	3.25 (A)	8.25 (B)	6 (A-B)
	P-valor			0.1974	
28 días	Medias	3.5 (A-B)	2 (A)	2.25 (A)	5.25 (B)
	P-valor			0.0287	
35 días	Medias	6.5 (B)	4.75 (A-B)	2.25 (A)	2 (A)
	P-valor			0.025	
42 días	Medias	0.75 (A)	1 (A)	0 (A)	0.75 (A)
	P-valor			0.1828	
49 días	Medias	0.25 (A)	1.25 (A)	0.25 (A)	0 (A)
	P-valor			0.1314	
56 días	Medias	0 (A)	0.25 (A)	0 (A)	0.25 (A)
	P-valor			0.5433	
63 días	Medias	0.25 (A)	0.5 (A)	0.25 (A)	0 (A)
	P-valor			0.7581	
70 días	Medias	0.25 (A)	0.75 (A)	0.25 (A)	0 (A)
	P--valor			0.7581	
77 días	Medias	0.25 (A)	0 (A)	0 (A)	0 (A)
	P-valor			0.3916	
98 días	Medias	0.25 (A)	0.25 (A)	0 (A)	0 (A)
	P-valor			0.5433	
112 días	Medias	0 (A)	0.25 (A)	0 (A)	0.25 (A)
	P-valor			0.5433	

4.4.3 Velocidad de germinación

Inga insignis Kunth, presenta un índice de velocidad en promedio de 2.25 semillas/día, un valor que se ve reflejado con el mayor número de semillas germinadas, como se observa en la figura 8 cada tratamiento arroja datos diferentes en cuanto a esta variable.

Figura 8.

Índice de velocidad de germinación de Inga insignis Kunth.



Orozco et al. (2013) en su estudio realizado con las especies *Inga densiflora* (100 semillas), encontró que la velocidad de germinación o índice de velocidad de germinación (IVG) fue de 8.87 semillas/día, *Inga edulis* (800 semillas) presentó un valor de 16.15 semillas/día.

Palomeque et al. (2017) mencionan que la especie *Inga acreana*, con sus dos individuos realizó cuatro réplicas de 100 semillas, el primero presentó una velocidad de 2.10 ± 0.0 y el segundo individuo con 2.04 ± 0.01 .

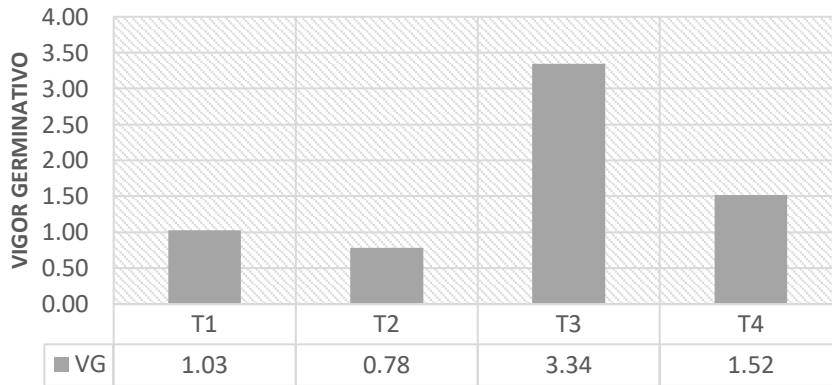
Inga insignis Kunth presenta un valor bajo con respecto a la velocidad de germinación, esto indica que su emergencia no es rápida, y su pérdida de dormancia es lenta, por ende, se presenta un valor bajo en las semillas germinadas con referente al número de días de germinación.

4.4.4 Vigor germinativo

Inga insignis Kunth, presentó un mayor vigor germinativo de las semillas procedentes del cantón Antonio Ante sin inoculación, que mostró un valor de 3.34, este tratamiento presenta este valor, en base al pico más alto que fue a los 21 días donde presenta mayor porcentaje acumulado, que indica el tiempo, en que las semillas alcanzaron madurez fisiológica, como se observa en la figura 9.

Figura 9.

Vigor germinativo de Inga insignis Kunth.



Para esta variable no se presentan otros estudios relacionados con el tema. Sin embargo menciona García et al. (2011) que esta variable es utilizada para programas de mejoramiento genético para el desarrollo de cultivares con mejor comportamiento de las semillas.

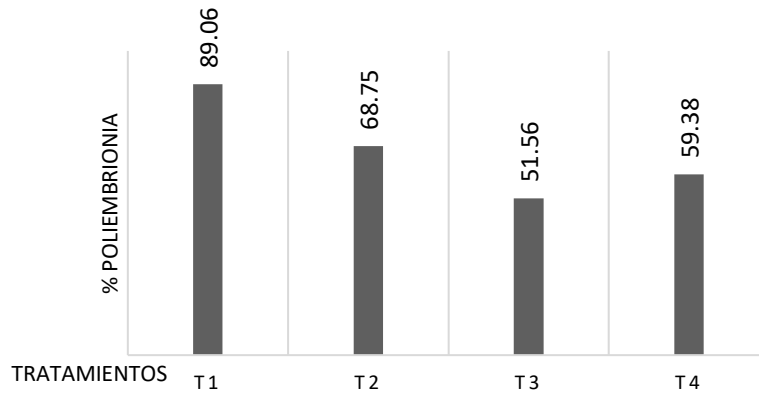
De forma general de los cuatro tratamientos, se presenta un promedio bajo en cuanto al vigor de la semilla, considerando de forma muy separada que el tratamiento tres presenta un valor alto a diferencia de los demás tratamientos, este vigor de las semillas nos indica como fue la actividad y el desempeño en el crecimiento de las semillas, por medio de las propiedades que requiere una semilla para germinar, y llegar a este punto máximo donde presenta mayor porcentaje acumulado.

4.4.5 Poliembrionía

En los estadios iniciales de la germinación, se encontraron un solo embrión (semillas monoembrionicas) sin embargo, en algunas de las semillas sin germinar y en las semillas ya germinadas se dio el origen de más de un embrión, fenómeno conocido como poliembrionía. El promedio porcentual del total de los cuatro tratamientos de poliembrionía fue de 67.19%; a nivel de tratamientos el primer tratamiento correspondiente a las semillas sin inoculación de la procedencia de Ibarra, presentó un valor alto en este fenómeno de 89.06%, y el valor bajo fue en el tratamiento tres de la procedencia de Antonio Ante con semillas sin inoculación con 51.56%, como se observa en la figura 10.

Figura 10.

Porcentaje de poliembrionía de las procedencias de Ibarra y Antonio Ante.



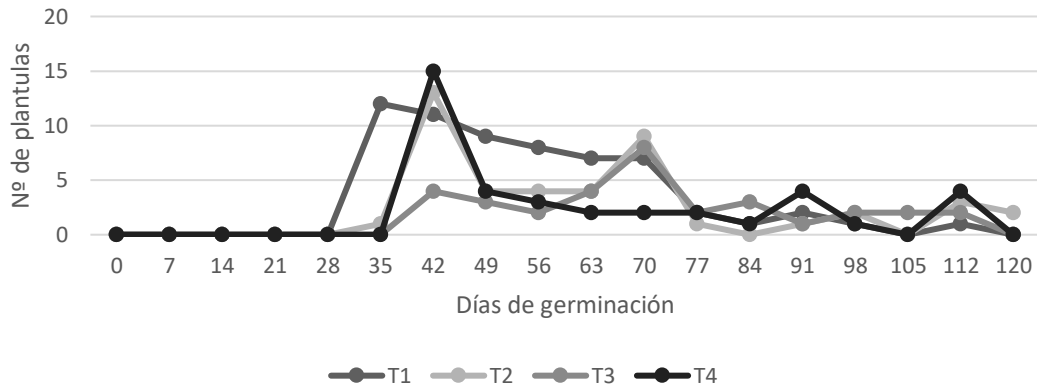
Para esta variable no se presentan estudios relacionados, aun así se presentan otras investigaciones donde Eckers et al. (2014), presenta que *I. uraguensis*, en el primer ensayo de germinación se dio semillas poliembriónicas con un porcentaje de 62% y en su segundo ensayo, presentó un 68% de semillas poliembriónicas. Por otro lado en su estudio Rodrigues (2019) con *I. macrophylla*, *I. edulis*, *I. cinnamomea* e *I. pezizifera*, con la última especie nombrada se realizó una muestra de cuatro réplicas de 25 semillas, esta fue la única que presentó poliembrionía con un 55.1 ± 2.4 %.

El fenómeno de poliembrionía de la especie *Inga insignis* Kunth, no presenta otras investigaciones relacionadas con esta especie, aun así Santos et al. (2016), menciona que este fenómeno en ciertas especies del género *Inga* aún no ha sido aclarado en su totalidad, y a la vez menciona que puede ser una estrategia de supervivencia ecológica, que pueda aumentar la tolerancia contra el impacto de la depredación de semillas.

De forma individual en cada uno de los tratamientos se presenta el pico más alto, donde las semillas presentaron este fenómeno de poliembrionía; tratamiento dos (semillas con inoculación procedentes de Ibarra) y tratamiento cuatro (semillas con inoculación procedentes de Antonio Ante), presenta a los 42 días, de 12 a 15 semillas respectivamente, a diferencia del tratamiento uno (semillas con inoculación procedentes de Ibarra) que a los 35 días, presentó 12 semillas, y el tratamiento tres (semillas sin inoculación procedentes de Antonio Ante) a los 70 días presentó ocho semillas con poliembrionía, como se observa en la figura 11.

Figura 11.

Número de semillas que presentaron poliembrionía en Inga insignis Kunth cada siete días.



De esta manera *I. insignis* Kunth, presentó este fenómeno desde los 35 días hasta los 120 días, dentro de los 42 días presentó el pico más alto de poliembrionía, de las 256 semillas sembradas de forma general de todos los tratamientos, 43 semillas presentaron este fenómeno, en base al pico más alto.

Este fenómeno de poliembrionía, en base a las fuentes bibliográficas no presentan estudios relacionados con *Inga insignis* Kunth, sin embargo, a diferencia de otras especies del género *Inga*, que solo muestran el porcentaje de germinación con este fenómeno, sin mencionar el pico más alto donde estas semillas presentan poliembrionía. Este es un aporte para esta investigación ya que no fue algo previsto para el estudio, se dio durante el seguimiento del ensayo, aún con esto se tomó en cuenta como un valor agregado para darle a la investigación de la especie estudiada.

4.4.5.1 Análisis estadístico del porcentaje de poliembrionía

Los datos del porcentaje de poliembrionía, presentaron normalidad y homogeneidad, con esto se pudo realizar un análisis de varianza. Los tratamientos identificados en cuanto a este fenómeno de la poliembrionía, se representa de la siguiente manera: tratamiento uno con el 89%, tratamiento dos con el 68.75%, tratamiento tres con el 51.56%, y el tratamiento cuatro con el 59.38%.

Tabla 19.*ADEVA Porcentaje de poliembrionía*

Variable	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P- valor
Modelo	0.31	3	0.10	7.24	0.0050
Procedencia	0.22	1	0.22	15.17	0.0021
Método	0.02	1	0.02	1.08	0.3195
Procedencia*Método	0.08	1	0.08	5.46	0.0376
Error	0.17	12	0.01		
Total	0.49	15			

CV= 17.91

El análisis de varianza del porcentaje de poliembrionía, tiene un coeficiente de variación de 17.91, lo cual muestra la confiabilidad en la variabilidad de las repeticiones. Los porcentajes de poliembrionía presentan diferentes valores, mostrando una muestra heterogénea, y a la vez presenta diferencias significativas en cuanto a cada uno de los tratamientos, como se observó en la tabla 19.

4.4.5.2 Prueba de Kruskal del número de semillas con poliembrionía en *Inga insignis* Kunth cada siete días

Inga insignis Kunth, presenta que a los 42 días es donde presenta diferencias significativas, por cuanto el valor de las medias, indica que el tratamiento cuatro en estos días presenta mayor número de semillas germinadas, como se puede observar en la tabla 20.

Tabla 20.

Prueba de Kruskal número de semillas con poliembrionía en Inga insignis Kunth cada siete días.

		T1	T2	T3	T4
35 días	Medias	3 (B)	0.25 (A)	0 (A)	0 (A)
	P-valor			0.0048	
42 días	Medias	2.75 (A-B)	3.25 (B)	1 (A)	3.8 (B)
	P-valor			0.0503	
49 días	Medias	2.25 (B)	1.00 (A)	0.75 (A)	1(A)
	P-valor			0.219	
56 días	Medias	1(B)	1(B)	0.5 (A)	0.75 (A)
	P-valor			0.5077	
63 días	Medias	1.75(A)	1.00(A)	1.00(A)	0.5(A)
	P-valor			0.224	
70 días	Medias	1.75(A-B)	2.25(B)	2(B)	0.5(A)
	P-valor			0.104	
77 días	Medias	0.5(A)	0.25(A)	0.5(A)	0.5(A)
	P-valor			0.8698	
84 días	Medias	0.25(A)	0(A)	0.75(A)	0.25(A)
	P-valor			0.4238	
91 días	Medias	0.5(A)	0.25(A)	0.25(A)	1(B)
	P-valor			0.3506	
98 días	Medias	0.25(A)	0.5(A)	0.5(A)	0.25(A)
	P-valor			0.8907	
105 días	Medias	0(A)	0(A)	0.5(A)	0(A)
	P-valor			0.0925	
112 días	Medias	0.25(A)	0.75(A)	0.5(A)	1(B)
	P-valor			0.7133	
120 días	Medias	0(A)	0.5(A)	0(A)	0(A)
	P-valor			0.3916	

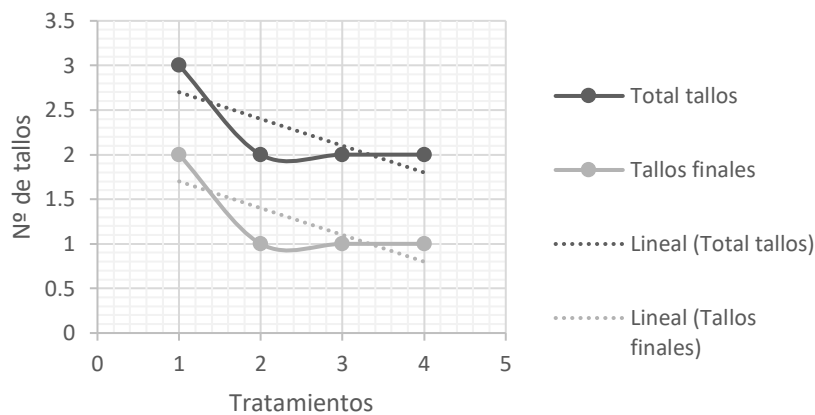
Desde el inicio de este fenómeno a los 35 días el tratamiento uno, presenta una media de 3, a diferencia de los 120 días donde el tratamiento dos, indica una media de 0.5 semillas que presentaron poliembrionía.

4.4.6 Número de embriones en las semillas de *Inga insignis* Kunth

El número de embriones en cada tratamiento se vio reflejado de la siguiente manera; el tratamiento con mayor promedio de embriones fue el tratamiento uno con tres embriones, a diferencia de los demás tratamientos que presentaron dos embriones, como se observa en la figura 12.

Figura 12.

Promedio de embriones en las semillas de Inga insignis Kunth.



No se presenta investigaciones relacionados con la especie estudiada, pero si se realizó un análisis comparativo. Demuestra Vieira (2015) con *I. laurina*, que el 80% de las semillas maduras tienen al menos dos embriones, además Vargas y Pire (2017), mencionan que *I. jinicuil*, en algunas ocasiones pueden presentar poliembrionía, una germinación donde se da la formación de dos o más embriones. En cuanto a otros autores como Mendes et al. (2007) señalan a las especies *I. uruguensis* e *I. vera* subsp. Affinis por cuanto, presentaron la formación de hasta tres embriones por semilla.

Esta investigación no concuerda con las especies mencionadas, *Inga insignis* Kunth, en el tratamiento uno con la repetición uno, se identificó hasta siete días embriones, y en el tratamiento dos, repetición dos se pudo evidenciar has seis embriones. Sin embargo, hasta los 120 días se presentó una pérdida de embriones, por la enfermedad antracnosis. Como menciona Santos et al. (2016) que al presentar más número de embriones esta podría ser una estrategia de supervivencia contra la depredación de las semillas.

4.4.6.1 Análisis estadístico del número de embriones en las semillas de *Inga insignis* Kunth.

Al inicio de este fenómeno se presentó un promedio del total que representaba a un tratamiento, hasta con dos embriones, sobre todo el tratamiento uno es el que presentó en ciertas plántulas hasta tres embriones, como se puede ver en la tabla 21, mostrando diferencias significativas.

Tabla 21.

Prueba de Kruskal- número de embriones en las semillas de Inga insignis Kunth.

Prueba de Kruskal- número de embriones en las semillas de <i>Inga insignis</i> Kunth por tratamiento.					
		T1	T2	T3	T4
Número de embriones	Medias	3.25 (B)	2.25 (A-B)	1.75 (A)	1.75 (A)
	P- valor	0.0145			

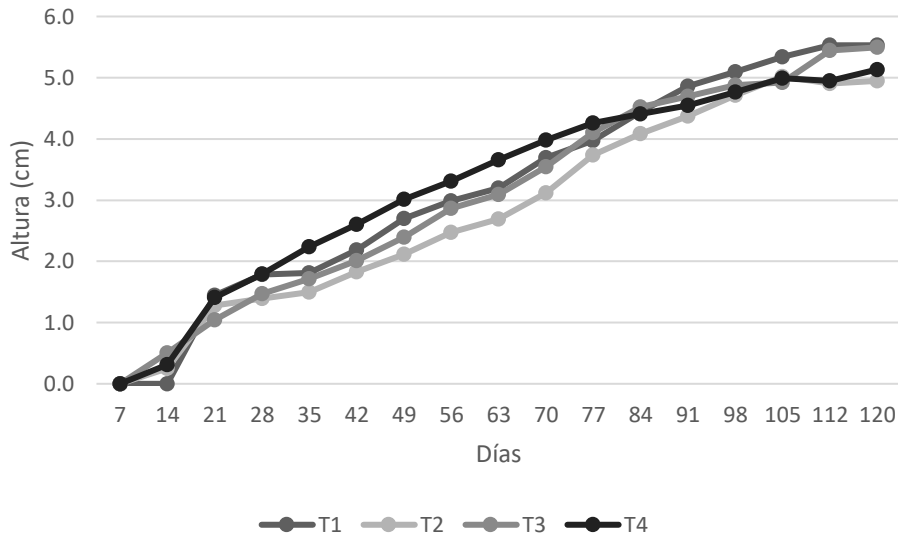
La prueba muestra que existen diferencias significativas, el tratamiento con más medias representativas es el uno, con un promedio de tallos de 3.25, en cuanto a las medias más bajas se presenta una igualdad entre el tratamiento tres y cuatro, con 1.75 embriones en promedio.

4.4.7 Altura

Se consideró esta variable a partir de los 14 días hasta los 120 días como observa en la figura 13, en promedio de todos los tratamientos de esta investigación, se presenta una altura promedio de los tratamientos del cantón Ibarra presentó 5.2cm, y para el cantón Antonio Ante de 5.3cm. Al presentar *Inga insignis* Kunth el fenómeno de poliembrionía se consideró el primer embrión que germinó.

Figura 13.

Altura de las plántulas de Inga insignis Kunth desde los 14 días hasta los 120 días.



Abril, et al. (2017) indican que *Inga spectabilis* presentó una altura promedio a los 45 días de 4.22 cm, a diferencia de *Inga edulis* que presentó valores promedios en su altura a los 45 días de 12.54 cm. Además con la misma especie menciona Ledesma (2014) que *Inga edulis* a los cinco días hasta los 90 días presentó un crecimiento constante, no presentó alteraciones o retrasos en el crecimiento, el estudio se basó en tres repeticiones, con los siguientes alturas en promedio; repetición uno (semillas de 20 mm) presentó 23 cm, repetición dos (semillas de 28 mm) de 26.5 cm y la repetición tres (semillas de 37 mm) de 25.3 cm.

Sin embargo Reynel y Albán (1986) en su estudio con otra especie de las ya mencionadas, manifiesta que *Inga ruiziana*, presentó una altura de las plántulas a los 100 días de 29cm, aquí utilizaron 400 semillas. De igual forma Nascimento et al. (2021) en su estudio donde sometió a las semillas de *Inga laurina*, a diferentes tratamientos, los cuales presentaron 17.01 cm a los 11 días.

El crecimiento de *Inga insignis* Kunth, en la presente investigación, presentó un valor muy bajo de 5.3 cm en general de todos los tratamientos desde los 14 días hasta los 120 días. Para el crecimiento de la plántula se requiere de muchos recursos, en esta investigación no se presentó un valor alto, una limitante en este ensayo también se vio afectado por la enfermedad de Antracnosis,

que afecto a las hojas, estas que son importantes en la fotosíntesis, para el intercambio de nutrientes que permiten el crecimiento de las plántulas.

4.4.7.1 Análisis estadístico- Prueba Kruskall- Altura

El crecimiento de las plántulas se dio de una manera poco progresiva ya que al inicio de la germinación presento un promedio de 0.5cm desde los 14 días hasta los 120 días que presento 5.3 cm. Para este análisis se consideró los datos cada siete días, como se observa en la tabla 22.

Tabla 22.

Prueba de Kruskall de la altura de las plántulas, cada siete días.

Prueba de Kruskall de la altura de las plántulas, cada siete días.					
		T1	T2	T3	T4
14 días	Medias	0 (A)	0.25 (A)	0.5 (A)	0.33 (A)
	P-valor		0.2616		
21 días	Medias	1.45 (A)	1.3 (A)	1.03 (A)	1.4 (A)
	P-valor		0.1697		
28 días	Medias	1.78 (A)	1.4 (A)	1.48 (A)	1.78 (A)
	P-valor		0.0748		
35 días	Medias	1.83 (A)	1.48 (A)	1.7 (A)	2.23 (B)
	P-valor		0.0244		
42 días	Medias	2.2 (B)	1.85 (A)	1.98 (A)	2.63 (B)
	P-valor		0.0177		
49 días	Medias	2.7 (A-B)	2.13 (A)	2.4 (A-B)	3.05 (B)
	P-valor		0.0485		
56 días	Medias	3 (B)	2.45 (A)	2.88 (A-B)	3.3 (B)
	P-valor		0.0254		
63 días	Medias	3.2 (A-B)	2.7 (A)	3.13 (A-B)	3.68 (B)
	P-valor		0.03		
70 días	Medias	3.7 (A)	3.1 (A)	3.53 (A)	4 (B)
	P-valor		0.1		
98 días	Medias	5.08 (A)	4.75 (A)	4.88 (A)	4.78 (A)
	P-valor	0.7892			
105 días	Medias	5.35 (A)	5.05 (A)	4.93 (A)	4.98 (A)
	P-valor	0.8797			
112 días	Medias	5.55 (A)	4.9 (A)	5.45 (A)	4.98 (A)
	P-valor	0.5882			
120 días	Medias	5.55 (A)	4.95 (A)	5.53 (A)	5.15 (A)
	P-valor	0.5022			

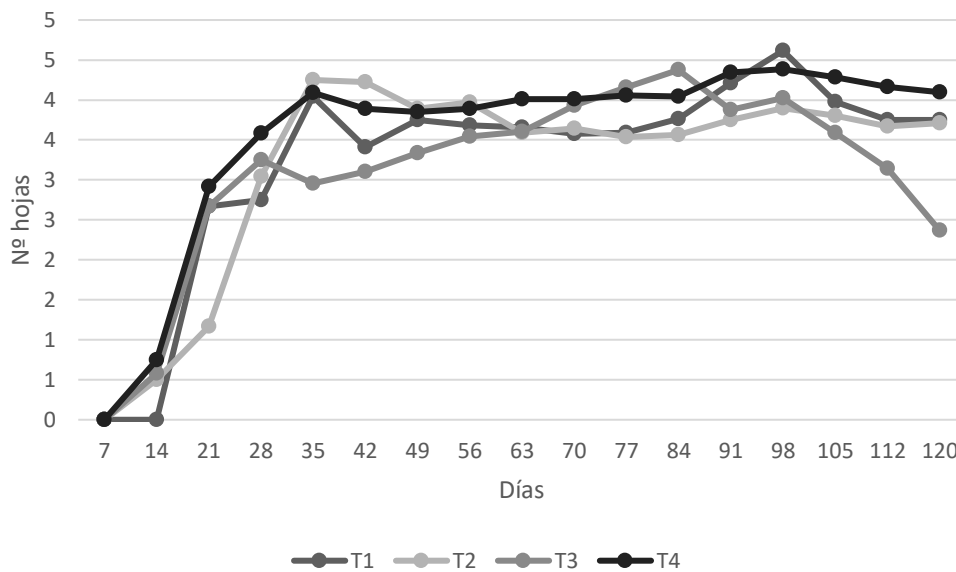
La prueba realizada indica que el P- valor en los días 49, 56 y 63 presenta diferencias significativas, con lo que no pasa lo mismo con los demás días que no presentan diferencias significativas. Esto indica que la altura en los días mencionados difiere en cada uno de los tratamientos.

4.4.8. Número de hojas.

Inga insignis Kunth a los 14 días donde inicio la germinación, presento hojas en buen estado, sin embargo, con el pasar de los días se presentó una plaga de babosas, que atacaron al tallo y hojas, y como segundo factor limitante de crecimiento, se presentó la enfermedad de antracnosis que debilito las hojas, como se observa en la figura 14, esto origino la perdida de plántulas hasta los 120 días.

Figura 14.

Número de hojas de Inga insignis Kunth cada siete días.



Abril et al. (2018) en su estudio con *Inga spectabilis*, hasta los 120 días presentó un promedio de total de sus hojas de 3, en el mismo estudio con *Inga edulis* presentó 3 hojas.

Chavarría y Dávila (2015), realizaron un estudio de acuerdo al número de hojas en base a; a pleno sol con un nivel de radiación al 100%, serán simple con un nivel de radiación del 60% y serán doble con un nivel de radiación al 40%, así se presentó que *Inga puctata* presento 11 hojas a pleno sol e *Inga edulis* presento 8 hojas con serán simple y serán doble.

Las hojas son los órganos principales de las plantas, ya que aquí se sintetiza el alimento de los vegetales, también el número de las hojas es de suma importancia ya que influye en la capacidad fotosintética. La presente investigación desde los 14 días donde emergió la plúmula que da origen a las primeras hojas, presento en promedio de los cuatro tratamientos de una hasta cuatro hojas, y a los 120 días presento desde cuatro a ocho hojas, en el tratamiento uno repetición cuatro, una plántula llego a tener hasta 12 hojas.

4.4.8.1 Análisis estadístico del número de hojas cada siete días

Las hojas no presentan valores diferentes, como se observa en la tabla 23, esta cantidad se vio reducida por la plaga y la enfermedad antracnosis, que afecto la supervivencia de las plántulas.

Tabla 23.

Prueba de Kruskal del número de hojas, cada siete días

Prueba de Kruskal del número de hojas cada siete días.					
		T1	T2	T3	T4
14 días	Medias	0 (A)	0.5(A)	0.5(A)	0.75(A)
	P-valor		0.7581		
21 días	Medias	2.75 (A-B)	1.25 (A)	2.5(A-B)	3.0(B)
	P-valor		0.395		
28 días	Medias	2.75(A)	3.00 (B)	3.5(B)	3.75 (B)
	P-valor		0.5604		
35 días	Medias	4.25(B)	4.5(B)	3(A)	4.25(B)
	P-valor		0.096		
42 días	Medias	3.5(A)	4.25(B)	3.25(A)	4(B)
	P-valor		0.2572		
49 días	Medias	3.75(A)	4(B)	3.25(A)	4(B)
	P-valor		0.2571		
91 días	Medias	4.25(A)	4(A)	4(A)	4.5(A)
	P-valor		0.8825		
98 días	Medias	4.5(A)	4(A)	4(A)	4.5(A)
	P-valor		0.6589		
105 días	Medias	4.25(A)	4(A)	4(A)	4.5(A)
	P-valor		0.5815		
112 días	Medias	3.75(A)	3.75(A)	3(A)	4(B)
	P-valor		0.298		
120 días	Medias	3.75(A-B)	4(B)	2.5(A)	4(B)
	P-valor		0.4562		

La prueba de Kruskal muestra que el P- valor no presenta diferencias significativas en cuanto al número de hojas, hasta los 120 días, en cada uno de los tratamientos, como se observa en la tabla 23. Donde a los 14 días brotan las primeras hojas, el tratamiento cuatro presenta una media más alta de 0.75 a diferencia de los demás tratamientos, y a los 120 días tanto el tratamiento dos presenta una media de cuatro hojas, y el tratamiento cuatro mostró la misma cantidad de hojas en promedio.

4.4.9. Color de hojas

Para el color de hojas se pudo diferenciar por medio del estado de estas, hojas sanas- verde, hojas enfermas- amarillo, y hojas muertas- café. En promedio general de los cuatro tratamientos se diferencia así, un 39% hojas amarillas, 3% hojas verdes, y 58% hojas cafés como se observa en la tabla 24.

Tabla 24.
Porcentaje del color de las hojas de Inga insignis Kunth

Tratamientos/color de hojas	Verde	Amarillo	Café
T1	2%	28%	70%
T2	8%	55%	36%
T3	1%	22%	76%
T4	0%	50%	50%

En la investigación de Abril et al. (2018) , mencionan que hasta los 120 días *I. spectabilis* presento 99.7% de hojas verdes, 0.3% de hojas amarillas y 0% de hojas secas y en *Inga edulis* se identificó el 100% hojas verdes, 0% hojas amarillas y 0% hojas secas.

Al mostrar las plántulas estas características en cuanto al color de las hojas, la enfermedad que puede tener esta especie en estadios juveniles podría ser antracnosis como menciona Arguedas y Cots (2009) que *I. edulis* en vivero presento follaje con áreas necróticas pardo grisáceo extendidas desde los bordes hacia adentro de la lámina foliar producida por el hongo *Colletotrichum*.

4.4.9.1 Análisis estadístico color de hojas

El color de las hojas, se vio afectado por la enfermedad que las plántulas presentaron, esto generó que se dé un valor muy bajo en cuanto al color verde de las hojas que indican plantas sanas.

Tabla 25.
Prueba de Kruskal del color de hojas (verde, amarillo, café).

		Prueba de Kruskal color de hojas.			
		T1	T2	T3	T4
Amarillo	Medias	11.25 (A-B)	23.5 (A-B)	8 (A)	27.25 (B)
	P- valor		0.0072		
Verde	Medias	1 (A-B)	3.5 (B)	0.5 (A)	0 (A)
	P- valor		0.1694		
Café	Medias	28.25 (B)	15.5 (A)	27.5 (A-B)	27.25 (A-B)
	P- valor		0.1645		

La prueba de Kruskal en base al p- valor, muestra que existen diferencias significativas en cuanto al color de las hojas tanto amarillo como café, como se observa en la tabla 25. El color amarillo presenta mayor número de medias en el tratamiento cuatro, en cuanto al color café presenta más medias en el tratamiento uno.

4.5. Propagación asexual

4.5.1. Brotes

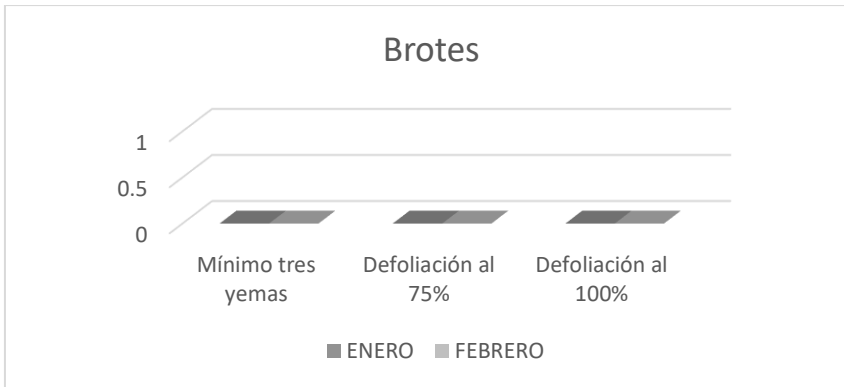
En el mes de Julio se realizó el ensayo para la reproducción asexual. En el cual se aplicó un enraizante con diferente tipo de dosis en un tiempo de 10 minutos. Se obtuvieron resultados negativos, donde los tipos de estacas empleados no presentaron brotes ni raíces.

Considerando la misma cantidad de unidades experimentales en este método de propagación, en un segundo ensayo en el mes de enero del 2021 se utilizó otro enraizante con un tiempo de 48 horas, del total 576 individuos, para los dos cantones, no se presentaron resultados positivos, como se muestra en la figura 15. Con respecto al color de las hojas para las estacas con defoliación al

75%, desde la primera semana cambiaron a color verde oscuro, durante la tercera semana cambio a color café claro, que mostraron que los métodos propuestos no están dando resultados positivos en la investigación (Anexo 2.8)

Figura 15.

Brotos en estacas del cantón Ibarra con mínimo tres yemas



Pennington y Revelo (1997), mencionan que las especies del género *Inga* como: *edulis*, *laurina*, *oerstediana* y *punctata*, pueden propagarse exitosamente, por esta vía, a diferencia de *Inga heterophylla*, que es una especie difícil de propagar, al presentar unas ramas muy delgadas.

CATIE (1986), realizó reproducción vegetativa en *Inga densiflora*, no se encontró diferencias significativas, en relación al efecto del AIB y del ANA en el enraizamiento de estacas. Se consideró el que las estacas estuvieran vivas y con brotes, sin embargo, no todo el material con brotes produjo raíces.

Al presentar valores nulos con respecto a las variables que se pretendía estudiar para la propagación asexual de *Inga insignis* Kunth, se acepta la hipótesis nula, donde el porcentaje de defoliación y la procedencia de las estacas, no influyen en la producción de esta especie.

4.6. Costos de producción

El costo mayor se obtuvo en la producción de plántulas en las semillas con inoculación, como se evidencia en la tabla 26.

Tabla 26.
Costos de producción de la propagación sexual.

Vivero				
COSTOS VARIABLES	T1	T2	T3	T4
Obtención del sustrato	9.89	9.89	9.89	9.89
Preparación de sustrato	8.00	8.00	8.00	8.00
Instalación del ensayo	27.27	27.27	27.27	27.27
Preparación siembra e inoculación	1.70	5.68	1.70	5.68
Mantenimiento	36.22	36.22	36.22	36.22
SUBTOTAL	83.08	88.76	83.08	88.76
COSTOS FIJOS				
Infraestructura	1.53	1.53	1.53	1.53
Depreciación de herramientas	1.53	1.53	1.53	1.53
Administración (10%)	8.31	8.88	8.31	8.88
Imprevistos (5%)	4.15	4.44	4.15	4.44
SUBTOTAL	15.52	16.37	15.52	16.37
COSTO TOTAL	98.60	105.13	98.60	105.13
COSTO POR PLANTULA	0.77	0.82	0.77	0.82

Con la tabla de resumen de costos de producción, los ingresos que más se podría generar por la venta de las plántulas de *Inga insignis* Kunth, sería por medio de la propagación de semillas sin inoculación, que presento un mayor porcentaje de germinación para la procedencia de Ibarra, con un 96.9%, en base a esto se presentó un costo por plántula de 0.77 ctvs., sin dejar a un lado los demás tratamientos que presentaron un porcentaje dentro del rango del 90%. Para la propagación sexual se pudo determinar un costo de producción por los resultados positivos que presento, a diferencia de la propagación asexual que no se pudo determinar un costo de producción, por los valores nulos que presentaron.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La especie *Inga insignis* Kunth presenta la mejor propagación por vía sexual con un 95% de germinación (en promedio). En cuanto a la propagación asexual ninguno de los tres métodos fue viable.

La caracterización fenotípica demuestra que los dos cantones, presentaron datos iguales en cuanto a las variables dasométricas y fenotípicas, a diferencia de las variables morfológicas, donde sobresale las procedencias de Ibarra.

Los costos de producción de la propagación sexual, presentó un valor bajo con semillas sin inoculación, de 0.77ctvs/plántula, y para la propagación asexual el valor fue cero por los valores nulos que presento.

5.2 Recomendaciones

Para reproducir *Inga insignis* Kunth, por semillas, estas deberán ser sembradas de forma horizontal, ya que presentan el fenómeno de poliembrionía.

Realizar propuestas para emplear esta especie en sistemas agroforestales, para conservar la especie como nativa dentro de la provincia de Imbabura.

Realizar un calendario fenológico de la especie, porque en los últimos años, vario la producción del fruto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, R., Ruis, T., Alonso, J., y Cabrera, G. (2017). Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso. *Agronomía Mesoamericana*, 28 (3), 703–717. [https://doi.org/https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.26205](https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.26205).
- Abril, R., Ruiz, T., Lazo, J., y Cabrer, G. (2017). Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso. *Scielo*, 28. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n3/43752453014.pdf>
- Abril, R., Ruíz, T., Lazo, J., Cabrera, G., y Meric, O. (2018). *Crecimiento inicial de Eugenia stipitata, Inga spectabilis e Inga edulis en Napo, Ecuador. Universidad de Costa Rica*, 29.
- Aguirre, Z., Loja, Á., Solano, C., y Aguirre. (2015). *Especies forestales más aprovechadas en la región sur del Ecuador*. EDILOJA Cía. Ltda.
- Aleza, P., Juárez, J., Ollitrault, P., y Navarro, L. (2012). Polyembryony in non-apomictic citrus genotypes. *Annals of Botany*, 106, 533–545. [https://doi.org/https://doi.org/10.1093/aob/mcq148](https://doi.org/10.1093/aob/mcq148)
- Alía, R., Alba, N., Agúndez, D., y Iglesias, S. (2005). Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. (GRAFO).
- Alvarado, C., y Encalada, D. (2010). *Estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semillas, de seis especies forestales nativas en bosque tropical montano, potenciales para la reforestación en la estación científica San Francisco (ECSF)*. [Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5565/1/Alvarado Romero Cristian %26 Encalada Torres Denisse.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5565/1/Alvarado%20Romero%20Cristian%20Encalada%20Torres%20Denisse.pdf)
- Amores, L. (2011). *Evaluación de la estructura vegetal de un bosque muy húmedo pre- montano en Guasaganda*. [Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19704/1/D-90800.pdf>
- Aparicio, C. (2013). *Taxonomía del género Inga, secciones complanatae, Inga y Tetragonae para Bolivia*. [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/Portal/0/Science> and

conservation/themadidiproject/publications/Aparicio_Tesis.pdf

- Arguedas, M., y Cots, J. (2009). La “antracnosis” (*Colletotrichum* sp) en viveros forestales. *Kurú: Revista Forestal*, 6.
- Arrieta, B., Ramírez, L., y Navarrete, A. (2017). Manual de prácticas de la unidad de aprendizaje, propagación de plantas. ECORFAN-México.
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador de 2007. (2008). *Constitución política de la República del Ecuador*.
- Asociación Internacional de Análisis de Semillas [ISTA]. (2016). *Normas de la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas*.
- Audesirk, T., Audesirk, G., y Byers, B. (2003). *Biología: la vida en la tierra*. Pearson Educación.
- Badilla, Y., y Murillo, O. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. *Kurú: Revista Forestal*, 2, 6. <file:///D:/tesis/Dialnet-EnraizamientoDeEstacasDeEspeciesForestales-5123232.pdf>
- Bastida, A. (2004). *Los sustratos*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Bautista, A. (2012). *Manual de ensayos de semillas forestales*. SEMA.
- Boboy, C., y Teca, I. (2010). *Análisis del proceso de control de los activos fijos en el Colegio Nacional Ibarra durante el año lectivo 2009- 2010*. Universidad Técnica del Norte.
- Bressani, R. (2010). *Valoración química nutricional de la harina de semilla de diferentes especies de Inga (Inga jinicuil, I. laurina, I. vera), estudios preliminares para su incorporación en la dieta de la población rural. Proyecto FODECYT No. 043-2006*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Castelán, M., Ciotti, E., Tomei, C., Masat, W., y Hack, C. (2016). Rendimiento, distribución en el perfil de suelo y poder germinativo de semillas de *Arachis pintoi*. *Revista Universidad Nacional Del Nordeste*. <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/aagr/article/view/466>
- CATIE. (1983). *Producción de plantas por estacas y pseudoestacas*.

- CATIE. (n.d.). *Proyecto árboles fijadores de nitrógeno*. CATIE.
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11050e/A11050e.pdf>
- CATIE. (1983). *Fijación de nitrógeno en sistemas agroforestales vía árboles de uso múltiple*. CATIE.
https://books.google.com.ec/books?id=kpMOAQAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Ceballos, Á., y López, J. (2007). Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento. *CENICAFE, Vol. 58*.
- Chavarría, L., y Dávila, E. (2015). *Validación de cinco especies de leguminosas establecidas a diferentes niveles de luminosidad en condiciones climáticas de la Finca Buena Vista, UNAN FAREM Matagalpa, durante el segundo semestre del 2014*. [Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.]. <https://docplayer.es/138563600-Universidad-nacional-autonoma-de-nicaragua-managua-facultada-regional-multidisciplinaria-matagalpa-unan-farem-matagalpa.html>
- Chiliquinga, M., y Vallejos, H. (2017). *Costos: Modalidad órdenes de producción*. Editorial UTN.
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7077/1/LIBRO Costos.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7077/1/LIBRO%20Costos.pdf)
- Código orgánico del Ambiente. (2018). *Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017*. COA.
- Czabator, F. (1962). Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, 8, 386–396. [file:///D:/Users/Dell/Downloads/84-Texto del artículo-118-1-10-20171117 \(1\).pdf](file:///D:/Users/Dell/Downloads/84-Texto%20del%20articulo-118-1-10-20171117%20(1).pdf)
- De la Fe, C., Lamz, A., Cárdenas, R., y Hernández, J. (1979). Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de reciente introducción en Cuba. *Instituto de Ciencia Agrícola (Cuba), Vol. 37*.
- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Manuel, M., y Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador* (Herbario QC).
- Díaz, E. (1991). *Técnicas de enraizado de estacas juveniles de Cedrela odorata L. y Gmelina arborea* Linn. <http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/4181/Sin>

título.png?sequence=1&isAllowed=y

Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Scielo*, V.31 n.1, 74–85. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011

Duarte, E., Mangeón, V., Küppers, G., Rocha, P., y Niella, F. (2017). Tamaño y viabilidad de semillas: implicancias en la evolución y conservación de *Phaius tankervilleae* (Orchidaceae). *JSTOR*, 39, 388–399. <https://www.jstor.org/stable/90016763>

Eckers, F., Días, E., y Sorol, C. (2014). Germinación y poliembrionía de *Inga uraguensis* Hook. & ARN. In *I reunión de Argentina de jóvenes botánicos*. UNNE, IBONE, CECOAL. https://botanicaargentina.org.ar/wp-content/uploads/2017/06/libroResumenes_rajb2014.pdf

Espitia, M., Cardona, C., y Araméndiz, H. (2016). Pruebas de germinación de semillas de forestales nativos de Cordoba, Colombia, en laboratorio y Casa- Malla. *Revista Universidad de Córdoba*, 19, 307–315. [file:///D:/Users/Dell/Downloads/84-Texto del artículo-118-1-10-20171117 \(1\).pdf](file:///D:/Users/Dell/Downloads/84-Texto%20del%20art%C3%ADculo-118-1-10-20171117%20(1).pdf)

FAO. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales*. FAO. <http://www.fao.org/3/ad232s/ad232s00.htm#TOC>

FAO. (1995). *Manual Técnica de la Fijación Simbiótica del Nitrógeno: Leguminosa/Rhizobium*. FAO. [https://books.google.com.ec/books?id=7QIbYg-OC5AC&pg=PA498&dq=fijacion+de+nitrogeno+atmosferico+por+bacterias&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiPyaOaoLruAhXEt1kKHUfwDyYQ6AEwAHoECAQQA#v=onepage&q=fijacion de nitrogeno atmosferico por bacterias&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=7QIbYg-OC5AC&pg=PA498&dq=fijacion+de+nitrogeno+atmosferico+por+bacterias&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiPyaOaoLruAhXEt1kKHUfwDyYQ6AEwAHoECAQQA#v=onepage&q=fijacion%20de%20nitrogeno%20atmosferico%20por%20bacterias&f=false)

Fernández, M. V. (2020). *Factores determinantes de la Nodulación*. (1era edici). https://images.engormix.com/externalFiles/6_factores_determinantes_de_la_nodulacion.pdf

Fullada, C., y Paredes, J. (2008). *Manual de contabilidad de costes*. DELTA.

GAD Ibarra. (2020). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Canton Ibarra*.

GAD Municipal Antonio Ante. (2020). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial PDOT 2020*. http://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/images/PDF/2020/06/v5_PDOYT_ANTONIO

- Galarraga, T. (1982). *Evaluación de la alidad de semilla certificada producida en el país, de cuatro cultivares de trigo (Triticum vulgare L.)*. Universidad Central del Ecuador.
- García, J., Ruiz, N., Lira, R., Vera, I., y Méndez, B. (2011). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*.
- García, K., y Ñauta, A. (2016). *Estudio piloto para la recuperación forestal de la franja de amortiguamiento del embalse mazar a través de la inoculación de hormonas de crecimiento*. [Universidad de Cuenca]. <https://core.ac.uk/download/pdf/288583768.pdf>
- Gastauer, M., De Medeiros, P., Araujo, V., Caldeira, C., Ramos, S., Teodoro, G., y Siqueira, J. (2020). Vegetative functional traits guide plant species selection for initial mineland rehabilitation. *Ecological Engineering*, 148.
- González, S. (2012). *Propagación asexual mediante esqueje de las especies forestales laurel Cordia alliodora, Balsa Ochroma pyramidale, Guayacán Tabebuia crisantha, con la aplicación de tres dosis de sustratos en los predios de la "UNESUM" en el cantón Puerto López*. [Universidad Estatal del Sur de Manabí]. [http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/121/1/gonzales chiquito simon damian.pdf](http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/121/1/gonzales%20chiquito%20simon%20damian.pdf)
- Grossman, J., Sheaffer, C., Wyse, D., Bucciarelli, B., Vance, C., y Graham, P. (2006). An assessment of nodulation and nitrogen fixation in inoculated Inga oerstiana, a nitrogen-fixing tree shading organically grown coffee in Chiapas, México. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(4), 769–784. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.07.009](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.07.009)
- Gunn, C. (1984). *Fruits and Seeds of Genera in the Subfamily Mimosoideae (Fabaceae)*. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. <file:///D:/tesis/gunn.pdf>
- Hartmann, H., Kester, D., Davies, F., y Geneve, R. (2011). *Hartmann & Kester's Plant propagation: principles and practices* (8th ed.). Prentice Hall.
- Hartmann, Hudson, y Kester, D. (1987). *Propagación de plantas, principios y prácticas*. (Sexta edic). COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A., de C.V.

https://jardinbotanico.montevideo.gub.uy/sites/jardinbotanico.montevideo.gub.uy/files/articulos/descargas/propagacion_de_plantas_1_hartman_kester_1.pdf

Hernández, F., Padilla, G., Martínez, G., y Gómez, A. (2003). *Tutorial para la asignatura de costos y producción*. [Universidad Nacional Autónoma de México]. http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/98/3/costos_y_presu.pdf

Hernández, J., Aramendiz, H., y Cardona, C. (2005). *Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esuquejes de caña Flecha (Gynerium sagittatum Aubl)*. 10:(1). file:///C:/Users/Dell/Documents/Dialnet-InfluenciaDelAcidoIndolbutiricoYAcidoNaftalenoacet-5002400.pdf

INAFOR, UNA, & FAO. (2020). *Manual de plagas y enfermedades en viveros y bosques de Nicaragua*. (INAFOR, UNA, & FAO (eds.)). https://www.researchgate.net/publication/344955885_Manual_de_Plagas_y_Enfermedades_en_Viveros_y_Bosques_de_Nicaragua

Jiménez, M. (2014). *Clasificación de los costos* [Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/icea/asignatura/administracion/plantilla_presentaciones_electronicas_mja.pdf

Jimpikit, A. (2014). *Capacidad de propagación como medio de conservación de las especies vegetales: chonta (Bactris gasipaes), uva de monte (Pourouma cecropiifolia), cedro (Cedrela odorata), guaba machetona (Inga spectabilis) en la parroqui Tarqui*. Universidad Estatal Amazónica.

Kumar, B., Smita, K., Cumbal, L., y Debut, A. (2015). Green synthesis of silver nanoparticles using Andean blackberry fruit extract. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24, 45–50. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1319562X15002016?token=CD6B4019A08AB1F2397FAEB2A28AF3B4002E29C3BAF37E771A13B75F1391A6272875496D02AC8037FF156B92A64779FD>

Lallana, V., Garcia, L., y Elizalde, J. (2011). Germinación. In *Calidad de semillas*.

Ledesma, D. (2014). *Viabilidad de propgación a nivel sexual de Stachytarpheta cayanennisC Rich. (Verbena), Ina edulis Mart. (Guaba bejuco), Caoutoupita guianensis (Lustundu)*,

Eugenia stipitata Mc Vaugh. (Arazá) en la provincia del cantón Pastaza, Parroquia Tarqui.
[Universidades Ecuatoriana y Ecuatoriana del Sur].
<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/148/1/T.AMB.B.UEA.3065>

León, P., Sandoval, A., Bolados, G., Rosas, M., Stark, D., y Gold, K. (2014). *Manual de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuase.
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39373.pdf>

Maguire, D. (1962). Speed of germination-aid. In: selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Sci. (USA)*, 2, 176–177.

Mamo, N., Mihretu, M., Fekadu, M., Tigabu, M., y Teketal, D. (2006). Variation in seed and germination characteristics among *Juniperus procera* populations in Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 255 (1-3), 320–327.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.01.026>

Mendes, C., Resende, W., Araújo, J., Caixeta, M., Ranal, M., y García, D. (2007). Germinação de embriões de duas espécies de Inga (Mimosaceae). *Revista Brasileira de Biociencias.*, vol.5.
<https://www.seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/viewFile/115181/62480>

Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales propagadores de sub-irrigación*. CATIE.
http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1638/Enraizamiento_de_estacas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mesén, Francisco, y Trejos, E. (1997). Propagación vegetativa del San Juan (*Vochysia guatemalensis* Donn. Smith) mediante enraizamiento de estacas juveniles. *Revista Forestal Centroamericana*, 21, 19–24.
http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9675/Propagación_vegetativa_del_San_Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Agricultura, Acuacultura, G. y P. [MAGAP]. (2016). *Manual de procedimiento para identificación de fuente semilleros y árboles plus*.

Moreno, S., Barragán, M., Madrid, M., Henríquez, B., Campo, M., Rincón, L., Molina, M., Pineda,

- L. del P., y López, A. (2009). *Cómo definir los costos de tu empresa*. Editorial Kimpress Ltda.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014). *Los árboles patrimoniales de Quito*. Textos de J. Polo y S. Paredes.
- Nascimento, N., Alves, E., Santos, R., Souza, M., Batista, M., y Silva, M. (2021). Almacenamiento de semillas de *Inga laurina* (SW.) WILLD. *Brazilian Journal of Development*, vol.7. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-212>
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., y Tucto, A. (2014). *Manual recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas- Perú* (ITTO). [http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2993/Technical/1 Manual colecta semillas.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2993/Technical/1%20Manual%20colecta%20semillas.pdf)
- Orozco, A., Prado, Y., y Ramírez, S. (2013). Manejo de frutos y semillas de las especies forestales *Inga densiflora* Benth. e *Inga edulis* Mart. asociadas a paisajes cafeteros del departamento del Quindío. *Revista de Investigaciones- Universidad Del Quindío*. <https://ojs.uniquindio.edu.co/ojs/index.php/riuv/article/view/182/174>
- Palomeque, X., Maza, A., Iñamagua, J., Gunter, S., Hildebrandt, P., Weber, M., y Stimm, B. (2017). Variabilidad intraespecífica en la calidad de semillas de especies forestales nativas en bosques montanos en el sur de Ecuador: Implicaciones para la restauración de bosques. *Revista de Ciencias Ambientales*, Vol 51, 52–72. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn058800.pdf
- Pennington, T., y Revelo, N. (1997). *El género Inga en el Ecuador, Morfología, Distribución y Usos*. Royal Botanic Gardens Kew.
- Pérez, C., Herdández, A., González, F., García, G., Carballo, A., Vásquez, T., y Tovar, M. del R. (2006). Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Revista Scielo*, vol.32. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172006000300010
- Piedrahita, E. (1987). Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad de la semilla del Roble-*Tabebuia Rosea* (Bertol). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 40, 45–61. [file:///D:/Users/Dell/Downloads/28351-Texto del artículo-101419-1-10-20120327.pdf](file:///D:/Users/Dell/Downloads/28351-Texto%20del%20artículo-101419-1-10-20120327.pdf)

- Portilla, D. (2012). *Propagación vegetativa del aliso (Alnus acuminata H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la Parroqui La Esperanza*. [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2119>
- Quijia, M., Castillo, S., Vasquez, W., y Racines, M. (2020). Fenología floral de la guaba (*Inga edulis*) en un valle interandino del Ecuador. *Enfoque UTE*, 11 (3), 25–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v11n3.526>
- Quinapallo, T., y Velez, N. (2013). *Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del canton zapotillo, provincia de Loja* [Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5245/1/TESIS PROPAGACION SEXUAL Y ASEXUAL QUINAPALLO - VELEZ.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5245/1/TESIS_PROPAGACION_SEXUAL_Y_ASEXUAL_QUINAPALLO_-_VELEZ.pdf)
- Reynel, C., y Albán, J. (1986). 4 especies forestales con potencialidad alimenticia en la amazonía peruana: Etnobotánica y germinación. *Revista Forestal Del Perú*, 13, 1–24. [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol13_no1_85_\(17\)/vol13_no1_art7.pdf?fbclid=IwAR3-G_6BHLmMFhX3B8JyuCob9ryKA9j7_e-1ffHngSdVFMnKTiAr22m2rfM](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol13_no1_85_(17)/vol13_no1_art7.pdf?fbclid=IwAR3-G_6BHLmMFhX3B8JyuCob9ryKA9j7_e-1ffHngSdVFMnKTiAr22m2rfM)
- Rodrigues, J. (2019). *Morfoanatomia, fisiologia da germinação e aplicações biotecnológicas de inibidores proteolíticos de sementes de espécies de Inga miller*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- Rojas, F., y Torres, G. (2018). Árboles del valle central de Costa Rica: reproducción guaba (*Inga marginata* Willd). *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 16. <https://doi.org/https://doi.org/10.18845/rfmk.v16i38.3999>
- Romero, J., y Granda, M. (2020). Variación del número de semillas en frutos de 156 especies leñosas del Ecuador. *AXIOMA*, 23, 52–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.26621/XVI23.2020.12.A09.PUCESI.2550.6684>
- Rondán, J. (2013). *Propagación sexual y asexual de la Erythrina (Erythrina poeppigiana (Walpes y Cook)) en dos tipos de sustratos y su relación con la inoculación simbiótica en Tingo Maria*. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Saldaña, M., y Vera, K. (2019). *Diagnóstico de plagas y enfermedades presentes en las plantas de la zona urbana de la ciudad de Cuenca*. [Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.].

file:///D:/tesis/UPS-CT008630.pdf

- Sánchez, J., Villares, M., y Niño, Z. (2018). Caracterización de la variabilidad fenotípica de mora (*Rubus glaucus* Benth) en tres zonas productoras de la provincia Bolívar Ecuador. [Universidad Estatal de Bolívar]. In *Revista de Investigación Talentos*. <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/110/187>
- Sanchez, N., Cristian, J., Cardador, A., Del Campo, S., y Dávila, G. (2016). Caracterización física, nutricional y no nutricional de las semillas de Inga paterno. *Scielo*, Vol. 43(No. 4). https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000400010#:~:text=Las características físicas%2C composición nutricional,y 1.08 cm de ancho
- Santos, J., De Araujo, N., H, V., Andrade, J., Alves, E., Almeida, W., y Carmo, R. (2016). How detrimental are seed galls to their hosts? Plant performance, germination, developmental instability and tolerance to herbivory in *Inga laurina*, a leguminous tree. *Plant Biol*, 18(6), 962–972. <https://doi.org/10.1111/plb.12495>.
- Seguí, J. M. (2011). *Biología y Biotecnología reproductiva de las plantas*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/72437/TOC_6014_01_01.pdf?sequence=5
- Senplades, S. N. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017- 2021 Toda una vida*.
- Sinisterra, R., Gallego, M., y Armbrecht, I. (2016). Hormigas asociadas a nectarios extraflorales de árboles de dos especies de *Inga* en cafetales de Cauca, Colombia. *Revista Universidad Nacional de Colombia*, Vol. 65 Nú. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/47167/52707
- Sisaro, D., y Hagiwara, J. C. (2016). *Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo*. (Primera ed). Ediciones INTA.
- Souza, J., Silva, E., Silva, M., Arruda, M., Larondelle, Y., y Rogez, H. (2007). Identification and antioxidant activity of several flavonoids of *Inga edulis* leaves. *Revista Cielo*, 18(6), 1276–1280. <https://www.scielo.br/pdf/jbchs/v18n6/a25v18n6.pdf>

- Taiz, L., y Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal* (Publicacio). Publicaciones de la Universitat Jaume.
- Toaquiza, N. (2007). Colección y establecimiento de una plantación piloto con germoplasma de Guaba (*Inga sp.*) en el cantón Urcuquí- Imbabura, Ecuador. *AGRIS*, 22(1), 1–7.
- Torres, A. (2016). *Síntesis verde y caracterización de nano partículas de oro y plata mediante el uso de algunas plantas endémicas del Ecuador*. Escuela Politécnica Nacional.
- Torres, G., Carvajal, D., y Arguedas, M. (2011). *Reproducción de especies arbóreas y arbustivas para la región central de Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/727/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Trejos, E. (1996). *Propagación de Vochysia guatemalensis por medio de estacas*. Universidad de Costa Rica.
- Valencia, F., Baute, J., Sánchez, P., y Menza, H. (2010). *Guamo Santaferense en sistemas agroforestales con café*. <https://biblioteca.cenicafe.org/jspui/bitstream/10778/339/1/avt0396.pdf>
- Valle, G. (2009). *Manual agroforestal del Inga (Inga edulis)*. <https://www.rainforestsaver.org/es/manual-agroforestal-del-inga>
- Vargas, G., De la O, K., y Pire, R. (2004). Correlación entre las características morfológicas del fruto y las semillas de cuijinicuil (*Inga inicuil* Schltdl y Cham. Ex. G. Don). *Proceedings Interamerican Society Tropical Horticultural.*, 48. https://www.researchgate.net/publication/265599079_Correlacion_entre_las_caracteristicas_morfologicas_del_fruto_y_las_semillas_de_cuijinicuil_Inga_jinicuil_Schltdl_y_Cham_Ex_G_Don
- Vargas, G., y Pire, R. (2017). *Inga jinicuil Schtdl. Árbol multiuso*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. <https://docplayer.es/85712735-Inga-jinicuil-schtdl-arbol-multiuso.html>
- Vieira, N. (2015). *Embriología, Apomixia e Poliembrionia em Inga laurina (Sw.) Willd (Fabaceae- Mimosoideae)* [Universidad Federal de Uberlandia].

<http://clyde.dr.ufu.br/handle/123456789/12453>

Villamar, L. (2014). *Estandarización de las etapas de micro propagación in vitro de la guaba (Inga insignis) endémica de la provincia de Imbabura*. Universidad de las Fuerzas Armadas del Ecuador.

Zuñiga, R. (1996). *Viability of recalcitrant Inga seeds*. Agroforestry Cranfuel Silsone College.

ANEXOS

Anexo 1: Tablas

Tabla 1.1

Variables morfológicas

Variables Morfológicas						
Procedencia	Nº de Árboles	# Total de Tallos Principales	# Total de Tallos Secundarios	# Total de Tallos Terciarios	# Total de Centros de Producción	# De Fruto por Centro de Producción
Ibarra	1	1	1	1	2	60
				2	2	
				3	2	
				4	3	
				5	3	
			2	2		
	2	1	1	1	2	100
				2	3	
				3	3	
			2	6		
			2	1		
			3	2		
	3	1	1	1	2	128
				2	2	
			2	1	4	
2				2		
Antonio Ante	1	1	1	1	2	100
				2	3	
				2	2	
			2	1	2	
				2	2	
				3	2	
	2	1	1	1	2	11
				2	2	
				3	3	
			2	1	3	
				2	2	
			3	2		

Tabla 1.2*Porcentaje de pureza- peso semillas*

Peso Semilla (g)						
Antonio Ante	Repeticiones	Semillas con Impurezas	semilla Pura	%	Materia Inerte	%
	1	154	43	27.9	111	72.1
	2	156	57	36.5	99	63.5
	3	186	75	40.3	111	59.7
	4	213	139	65.3	74	34.7
	5	198	130	65.7	68	34.3
	6	189	125	66.1	64	33.9
	7	217	128	59.0	89	41.0
	8	208	138	66.3	70	33.7
	9	197	130	66.0	67	34.0
	10	191	104	54.5	87	45.5
	PROMEDIO			54.8		45.2
Ibarra	Repeticiones	Semillas con impurezas	semilla pura	%	materia inerte	%
	1	203	113	56	90	44
	2	207	185	89	22	11
	3	208	176	85	32	15
	4	255	139	55	116	45
	5	222	173	78	49	22
	6	235	186	79	49	20.9
	7	224	191	85	33	14.7
	8	237	184	78	53	22.4
	9	228	185	81	43	18.9
	10	222	174	78	48	21.6
	PROMEDIO			76.4		23.6

Tabla 1.3

Depreciación de instrumentos usados en vivero.

Vivero							
Material	Precio	Años	%	Depreciación	Mes		Experimento
Pala	6.20	8	0.62	0.70	0.06		0.01
Azadón	10.00	8	1	1.25	0.10		0.03
Carretilla	48.00	5	4.8	9.60	0.80		0.08
Bomba de fumigar	38.00	4	3.8	9.50	0.79		0.02
Tamizador	17.65	7	1.765	2.52	0.21		0.07
Varingas	20.00	3	2	6.67	0.56	0.00	0.56
Clavos	1.00	2	0.1	0.50	0.04	0.00	0.01
Plastico	8.75	2	0.875	4.38	0.36	0.00	0.18
Saran	7.00	1	0.7	7.00	0.58		0.58
			TOTAL				1.53

Tabla 1.4*Semillas con inoculación*

actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos			Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	
				US \$	US \$			US \$	
Costos Variables									
1. Obtención del sustrato									
1.1. Extracción de tierra del lugar	0.33	m ³	0.125	18.18	2.27				2.27
1.2 Adquisición de tierra de sitio	0.33	m ³	0.125	18.18	2.27				2.27
1.3 Adquisición de pomina	0.07	m ³	0.0625	18.18	1.14				1.14
1.4 Adquisición de abono alpaca	0.26	m ³	0.125	18.18	2.27				2.27
1.5. Transporte de tierra de sitio	0.33	m ³	0.0625	10	0.63				0.63
1.6. Transporte de abono	0.26	m ³	0.125	10	1.25				1.25
1.7. Transporte de pomina	0.07		0.0625		0.06				0.06
Subtotal 1					9.89				9.89
2. Preparación del sustrato									
2.1 Tamizado de tierra	1.07	m ³	0.13	18.18	2.27				2.27
2.2 Tamizado abono	0.26	m ³	0.06	18.18	1.14				1.14
2.3. Tamizado pomina	0.21	m ³	0.03	18.18	0.57				0.57
2.4 Mezcla de tierra sitio+	1.54	m ³	0.13	18.18	2.27				2.27

pomina+ abono									
2.5. Desinfección del sustrato	2.14	m ³	0.09	18.18	1.70	FOSTONI C	120 g	3.45	3.45
Subtotal 2					7.95				9.70
3. Instalación del ensayo									
3.1. Limpieza del sitio	4.88	m ²	0.1875	18.18	3.41				3.41
3.2. Construcción mini vivero	4.88	m ²	0.25	18.18	4.55				4.55
3.3. Identificación ensayo	4	letreros	0.06	18.18	1.14				1.14
3.4. Identificación y recolección de frutos	5	arboles	0.5	18.18	9.09				9.09
3.5. Adquisición del material sexual			0.5	18.18	9.09				9.09
Subtotal 3					27.27				27.27
4. Preparación de inoculación									
4.1. Recolección rizobium	500	g	0.09	18.18	1.70				1.70
4.2 siembra	128	semillas	0.22	18.18	3.98				3.98
Subtotal 4					5.68				5.68
5. Mantenimiento									
5.1. Riego	138	litros	1.15	18.18	20.91				20.91
5.2 Deshierbe	fundas		0.33	18.18	6.06				6.06
5.3 Enfermedad						TARA	17ml	3	3
5.4 Plaga						PROFEAGRO	25 ml	1.25	1.25
Subtotal 5					26.97				31.22
SUBTOTAL									83.76

COSTOS FIJOS										
1. Infraestructura										1.53
2. Depreciación quipos y herramientas										1.53
3. Administración										8.376
4. Imprevistos 5%										4.19
SUBTOTAL										15.62
COSTO TOTAL										99.38
COSTO POR PLANTULA										0.78

Tabla 1.5

Costos variables y fijos- semillas si inoculación.

actividades	Fuerza de trabajo					Insumos físicos			Total
	Cantidad	Unidad	Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario	Subtotal	Nombre	Cantidad	Subtotal	
				US \$	US \$			US \$	
Costos Variables									
1. Obtención del sustrato									
1.1. Extracción de tierra del lugar	0.33	m ³	0.13	18.18	2.27				2.27
1.2 Adquisición de tierra de sitio	0.33	m ³	0.13	18.18	2.27				2.27
1.3 Adquisición de pomina	0.07	m ³	0.06	18.18	1.14				1.14
1.4 Adquisición de abono alpaca	0.26	m ³	0.13	18.18	2.27				2.27
1.5. Transporte de tierra de sitio	0.33	m ³	0.06	10	0.63				0.63
1.6. Transporte de abono	0.26	m ³	0.13	10	1.25				1.25
1.7. Transporte de pomina	0.065	m ³	0.06		0.06				0.06
Subtotal 1					9.89				9.89
2. Preparación del sustrato									

2.1	Tamizado de tierra	1.07		0.13	18.18	2.27				2.27
2.2	Tamizado abono	0.86		0.06	18.18	1.14				1.14
2.3.	Tamizado pomina	0.21		0.03	18.18	0.57				0.57
2.4	Mezcla de tierra sitio+ pomina+ abono	2.14		0.13	18.18	2.27				2.27
2.5.	Desinfección del sustrato	2.14		0.09	18.18	1.70	FOSTONIC	60gr	1.75	1.75
Subtotal 2						7.95				8.00
3. Instalación del ensayo										
3.1.	Limpieza del sitio	4.88	m ²	0.19	18.18	3.41				3.41
3.2.	Construcción mini vivero	4.88	m ²	0.25	18.18	4.55				4.55
3.3.	Identificación ensayo	4	letres	0.06	18.18	1.14				1.14
3.4.	Identificación y recolección de frutos	5	arboles	0.50	18.18	9.09				9.09
3.5.	Adquisición del material sexual			0.50	18.18	9.09				9.09
Subtotal 3						27.27				27.27
4. Preparación siembra										
4.2	siembra	128	semillas	0.09	18.18	1.70				1.70

Subtotal 4						1.70				1.70
5. Mantenimiento										
5.1. Riego		128	litros	1.15	18.18	20.91				20.91
5.2 Deshierbe				0.33	18.18	6.06				6.06
5.3 Enfermedad							TARA	288 ml	8	8
5.4 Plaga							PROFAGRO	25 ml	1.25	1.25
Subtotal 5						26.97				36.22
SUBTOTAL										83.08
COSTOS FIJOS										
1. Infraestructura										1.53
2. Depreciación quipos y herramientas										1.53
3. Administración										8.31
4. Imprevistos 5%										4.15
SUBTOTAL										15.52
COSTO TOTAL										98.60
COSTO POR PLANTULA										0.77

Anexo 2 Fotografías



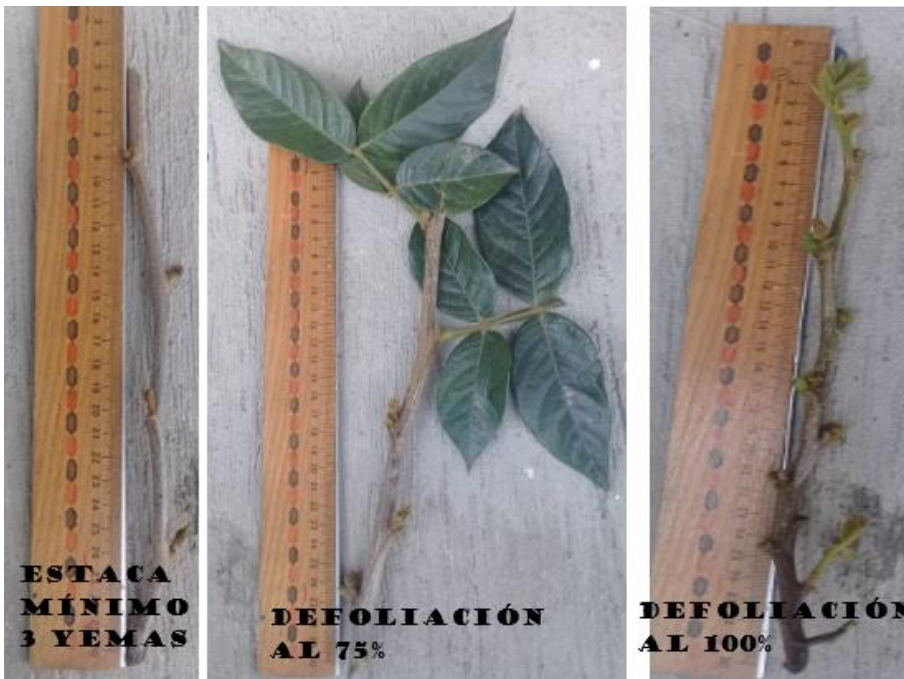
Anexo 2.1. Mezcla de los sustratos, 50% tierra sitio, 40% abono de alpaca y 10% pomina.



Anexo 2.2. Desinfección del suelo con sulfato de cobre, antes de llenar las fundas.



Anexo 2.3. Distribución de las fundas en la platabanda, en base a los tratamientos y repeticiones.



Anexo 2.4. Tipos de estacas para la reproducción asexual; estaca mínimo tres yemas, estacas con defoliación al 75% y estacas con defoliación al 100%.



Anexo 2.5. Recolección del material para las reproducciones.



Anexo 2.6. Estacas colocadas en el enraizante con agua.



Anexo 2.7. Identificación reproducción asexual con los letreros.



Estaca mínimo tres yemas



Estaca defoliación al 75%



Estaca defoliación al 100%

Anexo 2.8. Muerte de los tres tipos de estacas que se empleó en la reproducción asexual.



Anexo 2.9. Construcción mini vivero para la reproducción de las semillas.



Anexo 2.10. Medida de las vainas.



Anexo 2.11. Número de frutos por vaina.



Anexo 2.12. Medida de la semillas en ancho y largo.



Anexo 2.13. Forma de medir los tallos, por la poliembrionía.



Anexo 2.14. Medición de la altura de las plántulas.



Anexo 2.15. Plántula enferma con Antracnosis.



Anexo 2.16. Siembra horizontal de la semilla, para una mejor reproducción.