



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agronómica

Efecto de bioestimulantes en el crecimiento de plántulas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en vivero de la Universidad Nacional de Loja

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniera
Agrónomo

AUTOR:

Jenny Olinda Flores Jirón

DIRECTOR:

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo. Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 25 de agosto de 2023

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo. Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: “**Efecto de bioestimulantes en el crecimiento de plántulas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en vivero de la Universidad Nacional de Loja**””, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agrónomo**, de la autoría de la estudiante **Jenny Olinda Flores Jirón**, con **cédula de identidad Nro. 1105532947**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Jenny Olinda Flores Jirón**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula de identidad: 1105532947

Fecha: 17/07/2024

Correo electrónico: jenny.flores@unl.edu.ec

Teléfono: 0992352424

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Jenny Olinda Flores Jirón**, declaro ser la autor del Trabajo de Titulación denominado: **“Efecto de bioestimulantes en el crecimiento de plántulas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en vivero de la Universidad Nacional de Loja”**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera Agrónoma**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

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

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diecisiete días del mes de julio del dos mil veinticuatro.



Firma:

Autor: Jenny Olinda Flores Jirón

Cédula: 1105532947

Dirección: Jorge Hugo Rengel y Eduardo Unda

Correo electrónico: jenny.flores@unl.edu.ec

Celular: 0992352424

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora de Trabajo de Titulación: Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc.

Dedicatoria

A Dios quien es mi guía espiritual y darme la sabiduría para culminar con éxito una meta más.

A mis queridos padres Bernarda Jirón y Amable Flores quienes con su amor, paciencia y esfuerzo siempre han sido mi apoyo fundamental, en cada momento a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis hermanos Ximena, Diana, Luis y Lucia quienes siempre han estado a mi lado, apoyándome, siendo mi ejemplo de superación y dedicación para seguir adelante con mis sueños y metas. A mi amada hija Lía, quien se ha convertido en mi fortaleza y motivo para seguir adelante a pesar de cada una de las adversidades.

A mi esposo por su apoyo incondicional para finalizar esta carrera.

Jenny Olinda Flores Jirón

Agradecimiento

En primer lugar, le agradezco a Dios, por guiarme protegerme y darme la sabiduría para cumplir una meta más en vida. Agradezco a mis padres Amable y Bernarda por su gran amor y apoyo incondicional hacia mí, por sus sabios consejos, su esfuerzo y dedicación.

De manera particular en especial reconocimiento de gratitud por su valiosa calidad académica a la Ing. Lucia Quichimbo por su apoyo y sabios consejos.

A mi directora de trabajo de titulación Ing. Paulina Fernández Guarnizo. Mg. Sc., por su dedicación, sus virtudes, su paciencia y constancia en el transcurso del desarrollo del trabajo de titulación.

A la Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, en especial a la carrera de Ingeniería Agronómica y personal docente, quienes contribuyeron en mi formación académica y profesional.

Jenny Olinda Flores Jirón

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
3.1. Objetivo general	5
3.2. Objetivos específicos	5
4. Marco Teórico	6
4.1. Descripción de la Tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>)	6
4.2. Importancia de la Tara	6
4.3. Tratamientos pre-germinativos.....	7
4.4. Proceso de la germinación	7
4.4.2. <i>Digestión y translocación</i>	7
4.4.3. <i>Crecimiento de la plántula</i>	8
4.5. Fertilización	8
4.5.1. <i>Fertilización foliar</i>	8
4.5.2. <i>Fertilización edáfica</i>	9
4.6. Uso de bioestimulantes en la agricultura	10
4.6.1. <i>Bioestimulantes</i>	10
4.6.2. <i>Beneficios de los bioestimulantes</i>	10
4.7. Bioestimulantes usados en la presente investigación	10
4.7.1. <i>Alga active</i>	10
4.7.2. <i>Tricho-plus®</i>	11

4.7.3.	<i>Agromin</i>	11
4.7.4.	<i>Evergreen</i>	12
4.7.5.	<i>Newfol plus</i>	13
5.	Metodología	14
5.1.	Ubicación y características del área de estudio	14
4.5.	Diseño experimental.....	15
5.2.	Establecimiento del cultivo	16
5.3.	Aplicación de los tratamientos	16
5.4.	Variables morfológicas.....	16
5.5.	Variables fisiológicas	17
6.	Resultados	18
6.1.	Determinación de la calidad de semilla.....	18
6.2.	Altura de planta	19
6.3.	Número de hojas.....	19
6.4.	Diámetro de tallo	20
6.5.	Longitud de raíz.....	20
6.6.	Biomasa seca foliar.....	21
6.7.	Biomasa seca radicular	21
7.	Discusión	22
8.	Conclusiones	25
9.	Recomendaciones	25
10.	Bibliografía	26
11.	Anexos	33

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química del producto comercial Alga active utilizado en el cultivo de <i>Caelsapinia spinosa</i>	11
Tabla 2. Composición química del producto comercial Tricho-plus® utilizado en el cultivo de <i>Caelsapinia spinosa</i>	11
Tabla 3. Composición química del producto comercial Agromin utilizado en el cultivo de <i>Caelsapinia spinosa</i>	12
Tabla 4. Composición química del producto comercial Evergreen utilizado en el cultivo de <i>Caelsapinia spinosa</i>	13
Tabla 5. Composición química del producto comercial Newfol plus utilizado en el cultivo de <i>Caelsapinia spinosa</i>	13
Tabla 6. Distribución de los factores de los tratamientos a usar en el vivero de la Universidad Nacional de Loja.	16
Tabla 7. Calidad física de semillas mediante pruebas de laboratorio de acuerdo con las Normas ISTA.	18

Índice de figuras

Figura 1. Laboratorio e invernadero de fisiología vegetal	14
Figura 2. Altura de planta en Tara	19
Figura 3. Número de hojas en plantas Tara.....	19
Figura 4. Diámetro de tallo en plantas de Tara	20
Figura 5. Longitud de raíz en plantas de Tara.....	20
Figura 6. Biomasa seca foliar en plantas de Tara	21
Figura 7. Biomasa seca radicular en plantas de Tara	21

Índice de anexos

Anexo 1. Tratamiento pre-germinativo: escarificación mecánica lija	33
Anexo 2. Aplicación de las normas ISTA a semillas de <i>Caesalpinia spinosa</i>	33
Anexo 3. Preparación y enfundado de sustrato: tierra de bosque, arena, turba.....	33
Anexo 4. Siembra de la semilla de tara.....	34
Anexo 5. Aplicación de los tratamientos	34
Anexo 6. Evaluación y seguimiento del ensayo	34
Anexo 7. Determinación de variables fisiológicas.....	35
Anexo 8. Certificado de inglés.....	36

1. Título

Efecto de bioestimulantes en el crecimiento de plántulas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en vivero de la Universidad Nacional de Loja

2. Resumen

En la actualidad la demanda en la industria del cultivo de Tara (*Caesalpinia spinosa*) ha aumentado, por su contenido de taninos que posee su furto; además el árbol se caracteriza por ser multipropósito sirve para usos maderables, usos medicinales, conservación de suelos, sus hojas sirven para la alimentación de ganado. Es poco lo que se conoce para la propagación de esta especie en la provincia de Loja, por esta razón es importante aportar con información que ayude a la producción de plántulas de calidad con capacidad adaptiva y sobrevivencia en campo. En esta investigación se evaluó el efecto de la aplicación de bioestimulantes en el crecimiento y comportamiento fisiológico de plántulas de Tara en vivero. Se utilizó un diseño Completamente al Azar (DCA), con nueve tratamientos (Bioestimulantes + Testigo) y cuatro repeticiones, se realizó un análisis de varianza ANOVA y pruebas de Tukey del 95 % de confianza, en todas las variables. El bioestimulante con resultados favorables en altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo y biomasa seca foliar fue con el producto Agromin con 13,12 cm; 13,1; 0,22 cm y 0,76 % respectivamente. Para longitud de raíz se encontró que Alga active alcanzo un 13,72 cm, mientras que para biomasa seca radicular *Tricho-plus*® supero a los demás tratamientos con 0,87 %. Los bioestimulantes a base de (*Ascophylum nodosum*) son los que presentaron los mejores resultados en la propagación de *Caesalpinia spinosa* en etapa de vivero, se recomienda el empleo del bioestimulante Agromin en fertilización foliar y edáfica para mejorar la calidad y desarrollo de las plántulas.

Palabras clave: *Ascophylum nodosum*, bioestimulante, *Caesalpinia spinosa*.

2.1. Abstract

Nowadays the demand in the industry for the cultivation of Tara (*Caesalpinia spinosa*) has increased, because of its tannin content of its fruit; besides, the tree is characterized for being multipurpose, it is used for timber, medicinal uses, soil conservation, and its leaves are used for cattle feeding. Little is known about the propagation of this species in the province of Loja, for this reason it is important to provide information that will help in the production of quality seedlings with adaptive ability and survival in the field. In this research, the effect of the application of biostimulants on the growth and physiological behavior of Tara seedlings in nursery was evaluated. A completely randomized design (CRD) was used, with nine treatments (biostimulants + control) and four repetitions. An ANOVA analysis of variance and Tukey's tests of 95% confidence were carried out for all variables. The biostimulant with favorable results in plant height, number of leaves, stem diameter and leaf dry biomass was the product Agromin with 13.12 cm, 13.1 cm, 0.22 cm and 0.76 %, respectively. For root length it was found that Alga active reached 13.72 cm, while for root dry biomass Tricho-plus® outperformed the other treatments with 0.87 %. The biostimulants based on (*Ascophylum nodosum*) showed the best results in the propagation of *Caesalpinia spinosa* in the nursery stage. The use of the biostimulant Agromin in foliar and soil fertilization is recommended to improve the quality and development of the seedlings.

Keywords: *Ascophylum nodosum*, biostimulant, *Caesalpinia spinosa*.

3. Introducción

La Tara (*Caesalpinia spinosa*), es una especie leguminosa originaria de los valles interandinos, se encuentra en estado silvestre, especialmente en Perú y Ecuador. En Ecuador se encuentra en la región Sierra, en provincias como: Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja (Núñez et al., 2017). La importancia de la Tara radica en que posee un gran potencial ambiental, alimenticio e industrial, convirtiéndose en un producto de biocomercio (Mancero, 2008); por otro lado, es una especie con gran interés ecológico ideal en la restauración de suelos degradados, retiene el agua, incrementa la materia orgánica, fija CO₂ en este sentido es oportuno promover la propagación (Aleman, 2009).

Aleman, (2009), destaca que en la actualidad el mercado internacional cuenta con una gran demanda insatisfecha de sustancias derivadas del fruto, por ende, existe un interés en la producción a partir de plantaciones monofíticas. La principal problemática es la baja productividad influenciada por varios factores limitantes como: escasa propagación de esta especie por su lento y bajo porcentaje de germinación, limitada información que detalle diferentes métodos pre-germinativos, sustratos y uso de bioestimulantes adecuados para la propagación de Tara (Núñez et al., 2017).

En este contexto, se evidencia la necesidad de incrementar la propagación de plántulas de calidad para aumentar el potencial productivo, más aún cuando en siembras tradicionales no se considera la calidad de las plántulas como factor determinante en la capacidad adaptativa y sobrevivencia al estrés pos trasplante evitando la disminución de crecimiento, que presenta bajo un método tradicional de propagación sexual la escasa propagación de especies nativas como la Tara; por lo cual es necesario la obtención de plantas de calidad (Cedeño et al., 2021). La calidad de una planta está directamente relacionada con el vigor, la supervivencia y el crecimiento después del trasplante (Lin et al., 2019). Antes del trasplante a campo, las plántulas necesitan una fase previa de enraizamiento, aclimatación o endurecimiento en vivero, ya que sin esta etapa se expone a una alta tasa de mortalidad, son incapaces de adaptarse y sobrevivir a condiciones de campo.

Actualmente, el uso de bioestimulantes estos en etapa previa al trasplante es planteado como estrategia para fortalecer el crecimiento de las plántulas, su capacidad adaptativa al estrés, y supervivencia en campo (Reyes et al., 2021). Los bioestimulantes promueven el equilibrio

fisiológico de las plantas, lo que favorece la productividad a través del crecimiento y desarrollo de los órganos radiculares y aéreos (Nogueira et al., 2015).

Explicando todos los problemas que tiene la poca o escasa información de propagación de plántulas de Tara en fase de vivero, se genera la siguiente pregunta: ¿la aplicación de bioestimulantes mejora el crecimiento de plántulas y acorta el periodo de permanencia en etapa de vivero en la Tara *Caesalpinia spinosa*?

La investigación permite determinar la eficacia de los bioestimulantes, en el crecimiento y desarrollo de las plántulas, de esta manera mejorar su calidad y producción para establecer plantaciones y aprovechar sus beneficios económicos, ambientales e industriales.

3.1.Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en el crecimiento y comportamiento fisiológico de plántulas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en vivero de la Universidad Nacional de Loja.

3.2.Objetivos específicos

- Determinar el crecimiento de las plántulas de tara (*Caesalpinia spinosa*) con la aplicación de bioestimulantes.
- Evaluar comportamiento fisiológico en plántulas de tara (*Caesalpinia spinosa*) con la aplicación de bioestimulantes.

4. Marco Teórico

4.1.Descripción de la Tara (Caesalpinia spinosa)

La Tara o guarango, de nombre científico (*Caesalpinia spinosa*), es una especie de la familia Fabaceae, originaria de los valles interandinos, se presenta aún en estado silvestre en pequeños fragmentos, especialmente de Ecuador y Perú. Los principales productos son los taninos que son utilizados en la industria del cuero y la goma que usan en la industria de alimentos, generalmente como espesante (Villena et al., 2019).

El árbol de Tara siempre verde su corteza presenta espinos triangulares, gruesos y cortos en su madurez; la copa es irregular con diámetros hasta 6 m; sus hojas compuestas pinnadas, alternas, dispuestas en espiral, son verde oscuras, lisas y laxamente espinosas y de hasta 10 cm de largo; los frutos son vainas indehiscentes de color rojizo amarillento de 7 a 12 cm de largo por 1,7 a 2,5 cm de ancho, peso de 2 a 5 gramos, hasta 9 granos por vaina tienen una epidermis cubierta de cera impermeable. Cada planta rinde como promedio entre 20 a 40 kg de vaina cosechada, su promedio de vida es de cien años y su área foliar es de 10 metros cuadrados (Aleman, 2009).

4.2. Importancia de la Tara

La Tara (*Caesalpinia spinosa*) es una especie sudamericana de importancia biológica, económica y cultural. Sus frutos y semillas son usados en medicina, alimentación y la industria, provienen principalmente de poblaciones silvestres (J. Villena et al., 2019).

Primo (2004), Seijas et al. (2022) y Mancero (2008), manifiestan que a partir del fruto se puede obtener numerosos productos de interés en la industria como: curtido de cueros, fabricación de plásticos y adhesivos, galvanizados y galvanoplásticos, conservación de aparejos de pesca de condición bactericida y fungicida; en la industria alimenticia clarificador de vinos, como sustituto de la malta para dar cuerpo a la cerveza; en la industria farmacéutica por tener un amplio uso terapéutico, para la protección de metales, cosmetología, perforación petrolífera; industria del caucho, mantenimiento de pozos de petróleo y como parte de las pinturas dándole una acción anticorrosiva.

4.3. Tratamientos pre-germinativos

Los tratamientos pre-germinativos son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas de especies forestales debido a que no germinan debido a que la testa impide la entrada de agua y no germina al menos la testa sea escarificada (Neri et al., 2018). Dentro de los tratamientos los más comunes utilizados antes de la siembra son la escarificación mecánica lijado y el tratamiento con ácido sulfúrico (Paco, 2014).

4.4. Proceso de la germinación

El proceso de germinación es esencialmente la reiniciación del crecimiento del embrión una vez superado el periodo de latencia y cuando las condiciones de temperatura, luz, disponibilidad de oxígeno y agua son las adecuadas (Bewley, 1997). Estas pueden dividirse en varias etapas consecutivas, que a continuación se describen.

4.4.1. Imbibición

Etapas 1: Imbibición de agua; la semilla absorbe el agua y el contenido de humedad al principio se incrementa con rapidez luego se estabiliza. La absorción inicial implica la imbibición de agua por coloides de la semilla seca, que suaviza las cubiertas de esta e hidrata el protoplasma. La semilla esta se hincha y acaba abriéndose la cubierta seminal (Fernández et al., 2016).

Síntesis de enzimas; la actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación que indican la utilización de alimento almacenado y su trasposición a las zonas de crecimiento (Fernández et al., 2016).

Elongación de las células y emergencia de la radícula; que traen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula, la cual resulta de la elongación de las células más bien que de división celular (Fernández et al., 2016).

4.4.2. Digestión y translocación

Etapas 2: En el endospermo, los cotiledones, el perispermo, o en el gametofito femenino (coníferas) se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos a sustancias más simples, que son translocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario. Los patrones metabólicos de semillas de diferentes especies difieren con el tipo de reservas químicas de la semilla (Fernández et al., 2016).

4.4.3. Crecimiento de la plántula

Etapa 3: el desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la plántula. La iniciación de la división celular en los puntos de crecimiento es indispensable de la iniciación de la elongación celular (Fernández et al., 2016).

A medida que avanza la geminación, pronto se vuelven evidentes las estructuras de la plántula, el embrión consiste en un eje que genera la formación de una o más hojas seminales o cotiledones. El punto de crecimiento de la raíz, la radícula, emerge de la base del eje embrionario. El punto de crecimiento del tallo, la plúmula, se encuentra en el extremo superior del eje embrionario, arriba de los cotiledones. El tallo de la plántula se divide en la sección que está debajo de los cotiledones del hipocótilo y la sección que está arriba de los cotiledones el epicótilo (Fernández et al., 2016).

El crecimiento inicial de la plántula sigue uno de los patrones. En un tipo, de germinación epigea, el hipocótilo se alarga y eleva los cotiledones arriba de la superficie del suelo y solo emerge el epicótilo (Fernández et al., 2016).

En esta fase la plántula debe estar en condiciones óptimas para un mejor desarrollo en etapa de vivero (Ramírez, 2017), en la fase de crecimiento, la planta necesita un programa de fertilización (Estopa, 2005).

4.5. Fertilización

Mediante la práctica de fertilización se busca mantener o aumentar la fertilidad del suelo para que las plantas se nutran; para lograr este objetivo se emplean abonos orgánicos e inorgánicos, así como microorganismos que ayudan a corregir las deficiencias o excesos, debido a la naturaleza del material parental, al clima y al uso y manejo del suelo, de acuerdo con las exigencias de los cultivos (Sadeghian & Gonzalo, 2012). El incremento de la fertilización puede producir plantas más desarrolladas, con mayor contenido de nutrientes y capacidad de producción de nuevas raíces (Douglass et al., 2005).

4.5.1. Fertilización foliar

Es utilizada como un medio para suplir nutrimentos, hormonas, bioestimulantes y otras sustancias benéficas para las plantas. Los efectos observados de la fertilización foliar normalmente se traducen en un incremento en el crecimiento y rendimiento de los cultivos, mayor resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a déficit hídrico, y mejoramiento en la calidad de la cosecha (Orozco & Calvo, 2019).

Santos & Aguilar (1999), señala que la nutrición foliar ha probado ser la forma más rápida para complementar requerimientos nutricionales en los momentos de mayor demanda y que las condiciones del suelo no permiten adecuadamente suministrar; en el caso del nitrógeno cuya demanda se incrementa durante los períodos de crecimiento acelerado, floración y fructificación; fósforo durante el desarrollo radical y potasio durante el proceso de producción de la planta.

La fertilización foliar es el principio de aplicación de nutrimentos a través del tejido foliar, principalmente a través de las hojas, que son los órganos donde se concentra la mayor actividad fisiológica de la planta. En esta técnica se utilizan sustancias fertilizantes que son asperjadas al follaje en forma de solución nutritiva, utilizando el agua como medio de disolución. Ha sido bien demostrado el excelente resultado que se logra cuando se aplican nutrimentos vía foliar en la época y cantidad adecuada (Orozco & Calvo, 2019).

4.5.2. Fertilización edáfica

Esta técnica de aplicar el fertilizante o sustrato de manera directa, en la base de la planta, o en el suelo, para que los nutrientes se localicen lo más cercano posible a la zona de absorción radicular y puedan ser absorbidos por la planta (FAO, 2002). Por otro lado, los fertilizantes orgánicos edáficos pueden ser un valioso restaurador del suelo y fuente de nutrientes para las plantas, además de mejorar el rendimiento y propiedades del suelo, como la capacidad de retención de agua, porosidad, disminución de la densidad aparente, estabilización del pH del suelo, aumento de la biomasa microbiana, mayores concentraciones de nutrientes disponibles para las plantas y reducción de enfermedades; Sin embargo, los aumentos de materia orgánica en el suelo ocurren lentamente (Bautista et al., 2017).

Aunque las enmiendas orgánicas proporcionan la mayor parte de los elementos esenciales para la planta, la disponibilidad limitada y calidad variable, no suministran cantidades suficientes para satisfacer la demanda del cultivo, incluso el uso de recursos orgánicos de baja calidad inmoviliza nutrientes, por otra parte, la fertilización mineral permite una rápida disponibilidad de elementos para la planta, favoreciendo algunas variables de crecimiento y rendimiento, lo cual depende de las condiciones ambientales, debido a que este tipo de fertilización tiene una rápida mineralización y absorción al suelo, además de una frecuencia de aplicación mayor, debido a su alta solubilidad y precipitación (Bautista et al., 2017).

4.6. Uso de bioestimulantes en la agricultura

4.6.1. Bioestimulantes

Un bioestimulante es cualquier sustancia microorganismo, al aplicarse a la planta, es capaz de intervenir en procesos fisiológicos de las plantas, haciendo un uso más eficiente de los nutrientes, estimulando su desarrollo y produciendo respuestas favorables a factores bióticos y/o abióticos (Calvo et al., 2014). Entre los bioestimulantes más comunes se encuentran los ácidos húmicos y fúlvicos, los aminoácidos, los quitosanos y las bacterias beneficiosas (Díaz et al., 2020).

4.6.2. Beneficios de los bioestimulantes

Díaz et al., (2020); Dago et al., (2021), Ramírez et al., (2003), Calvo et al., (2014) mencionan los principales beneficios del uso de bioestimulantes en las planas son:

- Mejora la eficacia en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico.
- Regulan procesos de crecimiento y desarrollo en la planta.
- Favorece la expresión del potencial genético y la productividad, a través del crecimiento y desarrollo de los órganos radicales y aéreos.
- Ofrecen un potencial para mejorar la producción y calidad de las cosechas
- Fortalece el crecimiento de las plántulas, su capacidad adaptiva al estrés y supervivencia en campo.
- Proporcionan vigor a la planta y favorecen la vida bacteriana del suelo al aumentar los contenidos orgánicos.

4.7. Bioestimulantes usados en la presente investigación

4.7.1. Alga active

En la Tabla 1 se muestra la información del bioestimulante, el cual contiene una alta concentración de extracto de Algas marinas Algas marinas (*Ascophylum nodosum*) y las propiedades de los aminoácidos dando como resultado un bioestimulante, especialmente indicado para responder a las exigencias de todos los cultivos y mejorar su producción e incrementar el desarrollo y la calidad estos (Edifarm, 2006).

Beneficios: Crecimiento vigoroso inducido de fona natural, incremento de la resistencia de la planta a heladas, exceso de calor, sequias, mejor respuesta frente a condiciones adversas al cultivo (salinidad, plagas y enfermedades), retraso de la senescencia de la planta (alargamiento de la vida productiva), mejora de la calidad comercial, mayor homogeneidad de calibres y la acción de los fungicidas.

Tabla 1. Composición química del producto comercial Alga active utilizado en el cultivo de *Caelsapinia spinosa*.

Composición química	P/vol
Extracto puro de algas	15,00 %
Ácido algínico	3,50 %
Manital	1,00 %
Aminoácidos	5,70 %
Sodio	4,00 %

Fuente: (Andima, 2023).

4.7.2. *Tricho-plus*®

Los hongos del género *Trichoderma spp* actúan como descomponedores primarios de la materia orgánica, que se ve favorecido con la adición de materia orgánica y compostaje (Tabla 2), aumenta las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas o se hacen más rápidos los procesos fisiológicos que influye sobre la absorción de nutrientes y el rendimiento de los cultivos (Sajjad et al., 2017), también es el principal promotor de crecimiento vegetal que tiene, este se manifiesta desde las primeras fases de las plántulas (Sharma et al., 2019).

Tabla 2. Composición química del producto comercial *Tricho-plus*® utilizado en el cultivo de *Caelsapinia spinosa*.

Composición química	P/vol
<i>Trichoderma harzianum</i>	3,00 %
Medio nutritivo y dispersante	97,00 %

Fuente: (Agrizon, 2023).

4.7.3. *Agromin*

Es un extracto vegetal 100 % puro y natural, obtenidos de alga marina (*Ascophylum nodosum*), sin emplear extracción química, a fin de obtener los ingredientes activos beneficiosos sin desnaturalizarlos y asegurar su total biodisponibilidad (Edifarm, 2006). Dado su naturaleza y al no contener aditivos artificiales, está certificado para su uso en agricultura ecológica, presenta las siguientes ventajas:

Facilita en el enraizamiento y aumenta el sistema radicular, por ello se obtienen plantas sanas y equilibradas con una buena relación entre la parte aérea y radicular.

Inductor de crecimiento: Aporta fitohormonas naturales: auxinas, giberelinas y citoquininas, en especial la zeatina que es de gran actividad biológica, así como aminoácidos que penetran en los tejidos celulares que inciden sobre los procesos fisiológicos de la planta, estimulando su crecimiento y favoreciendo la floración, cuajado y maduración de los frutos (Tabla 3).

Tabla 3. Composición química del producto comercial Agromin utilizado en el cultivo de *Caelsapinia spinosa*.

Composición química	P/vol
Nitrógeno (N)	1,42 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,263 %
Potasio (K ₂ O)	18,62 %
Calcio (CaO)	1,08 %
Magnesio (Mg)	0,1283 %
Azufre (S)	4,11 %
Sodio (Na)	9,60 %
Hierro (Fe)	3468,0 %
Manganeso (Mn)	37,90 %
Cobre (Cu)	7,40 %
Zinc (Zn)	12,40 %
Materia orgánica total	43,10 %
Cenizas	45,50 %
Carbono orgánico total	25,00 %
Relación C/N	19,70 %
Aminoácidos totales (18)	0,85 %

Fuente: (Agroactivo, 2023)

4.7.4. Evergreen

Armijos, (2014) Evergreen es un complejo nutricional y regulador, con macro y micro elementos y fitohormonas extraídas de extracto de origen vegetal, y que actúan como promotores del crecimiento de los cultivos tratados, contribuyendo a un mejor desarrollo de las plantas desde su inicio hasta el llenado y maduración de la cosecha como se muestra en la Tabla 4.

Beneficios: Promueve incremento de vigor en plantas tratadas, estimula precocidad, con lo que se reduce el ciclo del cultivo en 3-8 días, dependiendo del cultivo y de las condiciones ambientales, incrementa rendimiento en peso y calidad a la cosecha (Excelag, 2005).

Tabla 4. Composición química del producto comercial Evergreen utilizado en el cultivo de *Caesalpinia spinosa*.

Composición química	P/vol
Nitrógeno (N)	7,78 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	9,97 %
Potasio (K ₂ O)	8,4 %
Manganeso (Mn)	0,01 %
Zinc (Zn)	0,01 %
Ácido Húmico	0,60 %
Auxinas	5,2 ppm
Giberelinas	0,36 ppm
Citoquininas	210 ppm

Fuente: (Agripac, 2023).

4.7.5. *Newfol plus*

Es un bioestimulante cuyo componente de macro y micronutrientes; además de alta concentración de ácido fólico, interviene en la nutrición de las plantas desde los primeros estadios de desarrollo y crecimiento de los cultivos. En la Tabla 5 se observa la composición del bioestimulante Newfol plus (Edifarm, 2006).

Beneficios: Estimula el crecimiento equilibrado de producción, aumenta el poder de recuperación de la planta una vez superados los momentos desfavorables, mejora el intercambio catiónico en suelos alcalinos, lo que mejora la asimilación de nutrientes y aumenta las reservas de nitrógeno.

Tabla 5. Composición química del producto comercial Newfol plus utilizado en el cultivo de *Caesalpinia spinosa*.

Composición química	P/vol
Nitrógeno (N)	9,80 %
Magnesio (Mg)	2,00 %
Boro (B)	8,33 %
Azufre (S)	2,61 %
Hierro (Fe)	1,08 %
Zinc (Zn)	1,02 %
Cobalto + Molibdeno	0,04 %
Carbono orgánico	23,00 %
Aminoácidos	47,02 %
Ácido fólico	1,00 %

Fuente:(Edifarm, 2006).

5. Metodología

5.1. Ubicación y características del área de estudio

La investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de Loja; ubicada a 04°02'18" S y 79°12'00" W, altitud de 2 160 msnm., temperatura 16 °C, y 96,7 mm de precipitación anual (Figura 1).

Calidad de la semilla y procesos de escarificación se desarrolló en el laboratorio de Fisiología Vegetal, la germinación de semillas y crecimiento de las plántulas (Anexo 1), se realizó en el invernadero de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.

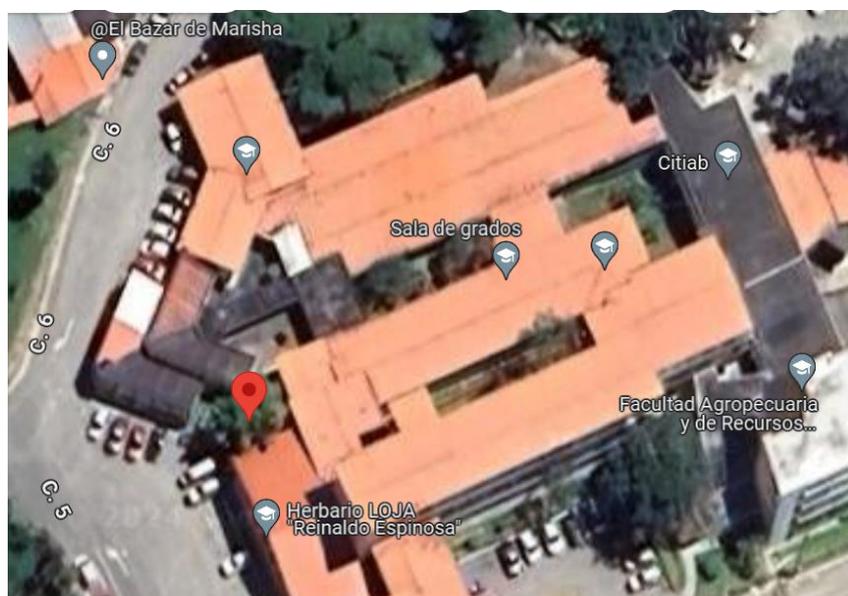


Figura 1. Laboratorio e invernadero de fisiología vegetal

5.2. Metodología general

El análisis de calidad o viabilidad de las semillas se determinó con las normas ISTA (2020), evaluando las siguientes variables (Anexo 2):

a. Pureza

Se pesaron dos muestras al azar, pesos similares del lote total de semillas recolectadas de la especie, luego se separó las impurezas manualmente con un colador, finalmente se pesó en una balanza de precisión (Hurtado et al., 2020).

$$P \% = \frac{\text{peso de semillas puras (g)}}{\text{peso total de la muestra (g)}} \times 100$$

b. Peso de la semilla

Se utilizó ocho réplicas de 100 semillas tomadas del ensayo de pureza, luego se pesó en una balanza de precisión para obtener la media (Hurtado et al., 2020).

$$\text{Peso de las 1000 semillas} = \text{media} \times 10$$

c. Contenido de humedad

Se tomó dos muestras por cada individuo en gramos con pesos iguales, tomadas del componente del ensayo de pureza. Estas se colocaron en una estufa, se calculó con el siguiente método:

- Se pesó la caja Petri vacía (9 cm de diámetro) incluyendo la tapa (M_1)
- Se puso la muestra de la semilla en la caja y se pesó junto a (M_2)
- El recipiente se colocó en una estufa a 103 °C por 17 horas.
- Se retiró el recipiente de la estufa, y se colocó en la cámara de desecación para evitar la reabsorción de humedad de la atmósfera.
- Luego de normalizarse la temperatura (30 min.), posteriormente se pesaron las semillas en el recipiente nuevamente (M_3) (Aponte & Sanmartín, 2011).

$$CH = (M_2 - M_3) \frac{100}{M_2 - M_1}$$

d. Test de tetrazolio para viabilidad

Para este ensayo se tomaron 20 semillas de cada repetición por tratamiento, posteriormente se colocaron a una hidratación por 2 h para ablandar el pericarpio, se realizó un corte transversal facilitando la exposición del embrión, los cuales se cubrieron con cloruro de tetrazolio al 1 %, fueron incubadas por 2 h a una temperatura de 35 °C, se calculó con la siguiente fórmula (Guerrero et al., 2016).

$$\text{semillas viables (\%)} = \frac{N \text{ de semillas viables}}{\text{Total de semillas}} \times 100$$

4.5. Diseño experimental

El ensayo se estableció bajo un diseño completamente al azar (DCA), con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales. Cada unidad experimental integrada por 10 plántulas dando un total de 360 plántulas. Los tratamientos se detallan en la (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución de los factores de los tratamientos a usar en el vivero de la Universidad *Nacional de Loja*.

Tratamientos	Tratamiento radicular (Dosis)	Bioestimulantes	Tratamiento foliar (Dosis)	Bioestimulantes
T1: E+F	Agromin 5,6 g/L			
T2: E+F	Trichoderma sp 8 ml/L		Evergren L 10 ml	
T3: E+F	Alga Active 14 ml/L			
T4: F				
T5: E+F	Agromin 5, 6 g/L			
T6: E+F	Trichoderma sp 8 ml/L		Newfol plus 16 g/L	
T7: E+F	Alga Active 14 ml/L			
T8: E+F				
T0		Testigo		
E: Edáfica; F:	Foliar			

5.2. Establecimiento del cultivo

Se utilizó un lote de 360 plántulas de Tara. Las plántulas fueron sembradas en un sustrato estéril en base a tierra, arena, turba, posteriormente desinfectado con Captan (5g/L) (Anexo 3 y 4). Las plántulas se regaron periódicamente de acuerdo con sus requerimientos. Todos los ensayos se realizaron bajo vivero.

5.3. Aplicación de los tratamientos

Cada uno de los tratamientos se aplicó a partir de las primeras hojas verdaderas en un intervalo de 20 días (Anexo 5). Primeramente, se registraron las características morfológicas de las plantas (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas) estas se evaluaron durante el tiempo de estudio (Anexo 6).

5.4. Variables morfológicas

- **Altura de la planta (cm)**

Para determinar la altura de planta se midió desde la base del tallo hasta el meristemo apical, haciendo uso de una regla (Díaz et al., 2020).

- **Número de hojas**

Se determinó el conteo únicamente de las hojas abiertas en su totalidad (Rodríguez Arrobo et al., 2023).

- **Diámetro del tallo (mm)**

Se tomó la medida a un centímetro de altura desde el cuello de la raíz con un calibrador pie de rey digital para tomar un dato exacto del diámetro del tallo (Fontana et al., 2018).

5.5. Variables fisiológicas

Se evaluaron mediante un muestreo destructivo (10 plantas por tratamiento) al final de estudio. Se lavaron las raíces previamente, se expandieron completamente con agua corriente, dejando secar a temperatura ambiente posteriormente se separó la parte aérea de la radical (Anexo 7).

- **Longitud de la raíz (cm)**

Para determinar esta variable se colocaron las raíces en una superficie plana para medir su máxima extensión en sentido vertical con la ayuda de una regla (Cobas López et al., 2020).

- **Biomasa foliar materia seca**

Para determinar esta variable se sometió a una estufa a 70 °C por 72 h, tiempo en que alcanzaron un peso constante, hasta registrar un peso constante (Bernaola et al., 2016)

- **Biomasa radicular materia seca**

Para determinar esta variable se sometió a una estufa a 70 °C por 72 h, tiempo en que alcanzaron un peso constante, hasta registrar un peso constante (Bernaola et al., 2016).

$$B = \text{Peso seco} * r$$

Donde:

B=Biomasa

r = Peso seco / peso fresco

5.6. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el programa Infostat, se realizó un análisis de varianza ANOVA con un P -valor < 0,05; para determinar si en los tratamientos existen diferencias significativas entre los tratamientos, también se realizó una prueba de Tukey (0,05 %), para determinar el mejor tratamiento.

6. Resultados

6.1. Determinación de la calidad de semilla

Para evaluar la calidad de las semillas, es fundamental utilizar métodos estandarizados fiables para obtener resultados uniformes y reproducibles. Para determinación la calidad, se aplicaron las normas ISTA (Asociación Internacional para la Evaluación de Semillas) (ISTA, 2020).

Se emplearon los métodos, obteniéndose los siguientes resultados (Tabla 7).

Tabla 7. Calidad física de semillas mediante pruebas de laboratorio de acuerdo con las Normas ISTA.

Especie	Normas ISTA	Procedimiento				TOTAL
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Porcentaje de pureza	Peso total de la muestra (g)		674,5 g	91,7 %	
		peso de semillas puras (g)		618,7 g		
		peso de las impurezas (g)		553 g		
		$p\% = \frac{618,7}{674,5} \times 100$				
	Peso de 1000 semillas	M1=21,1	M5=2,6	Total: 170,1		212,6 g
		M2=21	M6=21,5	Media: 21,26		
		M3=21,2	M7=21,3			
		M4=21,4	M8=21			
		Peso de 1000 semillas= 21,26 * 10				
	Contenido de humedad	Caja 1	Caja 2	Suma	Promedio	7,53 %
9,6		92,6	185,2	92,6		
102,5		102,6	205,1	102,55		
101,8		101,8	203,6	101,8		
$CH = (102,55 - 101,8) \frac{100}{102,5 - 92,6}$						
Prueba de tetrazolio	Muestra total 50				88 %	
	Semillas viables 44					
	$\text{Semillas viables (\%)} = \frac{44}{50} \times 100$					

6.2. Altura de planta

La Figura 2 muestra mediante el análisis de varianza a través de la prueba paramétrica de Tukey con un nivel de significancia de ($P < 0,05$) que el tratamiento T8 y T4 no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si frente a los demás tratamientos. T1 es estadísticamente diferente de T0, T2, T3, T5, T6, T7, con una media mayor de 13,12 cm, como se lo demuestra en la figura.

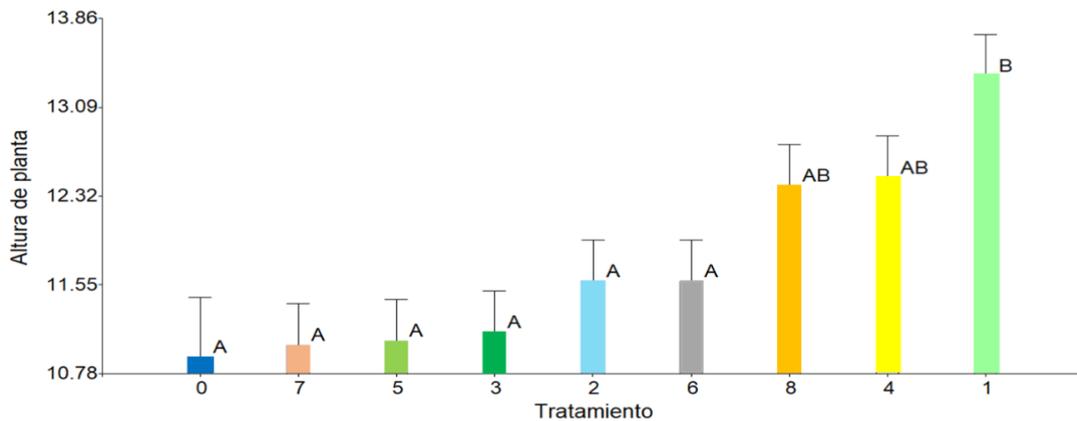


Figura 2. Altura de planta en Tara por el efecto de bioestimulantes T1 (Agromin + Evergreen); T2 (Tricho-plus® + Evergreen); T3 (Alga Active® + Evergreen); T4 (Evergreen); T5 (Agromin + Newfol plus ps); T6 (Tricho-plus® + Newfol plus ps); T7 (Alga Active + Newfol plus ps); T8 (Newfol plus ps). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con Tukey ($P \leq 0,05$).

6.3. Número de hojas

La Figura 3 indica el efecto de los bioestimulantes sobre el número de hojas. En la que se determinó que el tratamiento T1, es el que tuvo el mayor número de hojas registrando 13,1. A diferencia del tratamiento T0 que presentó menor cantidad de hojas de 8,0. No existen diferencias significativas ($P < 0,05$).

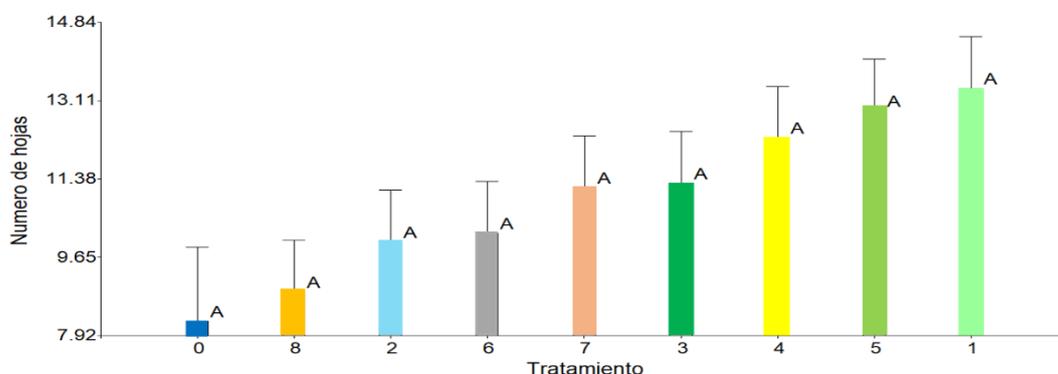


Figura 3. Número de hojas en plantas Tara por el efecto de bioestimulantes T1 (Agromin + Evergreen); T2 (Tricho-plus® + Evergreen); T3 (Alga Active® + Evergreen); T4 (Evergreen); T5 (Agromin + Newfol plus ps); T6 (Tricho-plus® + Newfol plus ps); T7 (Alga Active + Newfol plus ps); T8 (Newfol plus ps). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con Tukey ($P \leq 0,05$).

6.4. Diámetro de tallo

La Figura 4 indica diferencia significativa entre los tratamientos, el mejor tratamiento fue el T1, con una medida de 0,31 cm, de diámetro de tallo. El tratamiento T0 es el que presento el menor resultado con 0,22 cm.

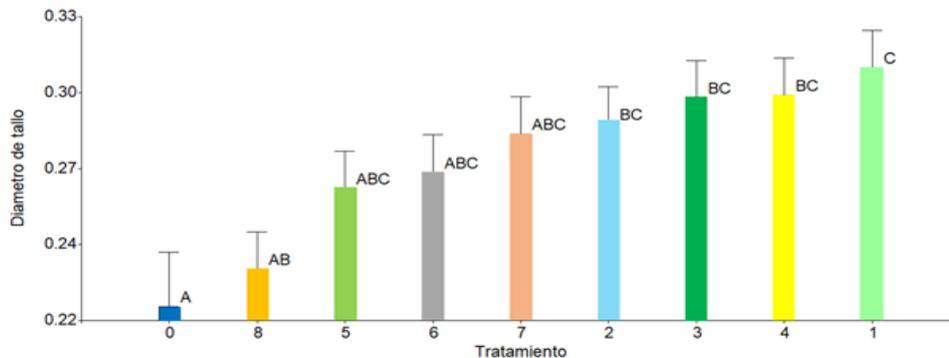


Figura 4. Diámetro de tallo en plantas de Tara por el efecto de bioestimulantes T1 (Agromin + Evergreen); T2 (Tricho-plus® + Evergreen); T3 (Alga Active® + Evergreen); T4 (Evergreen); T5 (Agromin + Newfol plus ps); T6 (Tricho-plus® + Newfol plus ps); T7 (Alga Active + Newfol plus ps); T8 (Newfol plus ps). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con Tukey ($P \leq 0,05$).

6.5. Longitud de raíz

En la Figura 5 indica la variable de longitud de raíz, los mejores resultados fueron en los tratamientos T7, T6, T5, con medidas de 23, 29,92 y 21,5 cm respectivamente, al contrario que T4 con medidas de 13,72 cm que son raíces de menor longitud. No existen diferencias significativas ($P < 0,05$).

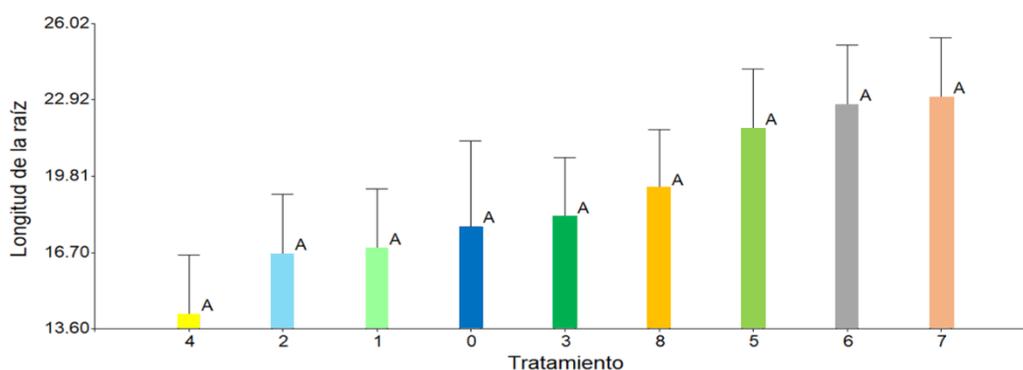


Figura 5. Longitud de raíz en plantas de Tara por el efecto de bioestimulantes T1 (Agromin + Evergreen); T2 (Tricho-plus® + Evergreen); T3 (Alga Active® + Evergreen); T4 (Evergreen); T5 (Agromin + Newfol plus ps); T6 (Tricho-plus® + Newfol plus ps); T7 (Alga Active + Newfol plus ps); T8 (Newfol plus ps). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con Tukey ($P \leq 0,05$).

6.6. Biomasa seca foliar

En cuanto a la biomasa foliar seca, en la Figura 6 se observa una diferencia significativa entre los tratamientos, los mejores fueron T5 y T8, que tuvieron mayor peso; mientras que en el T2 se obtuvo el menor peso.

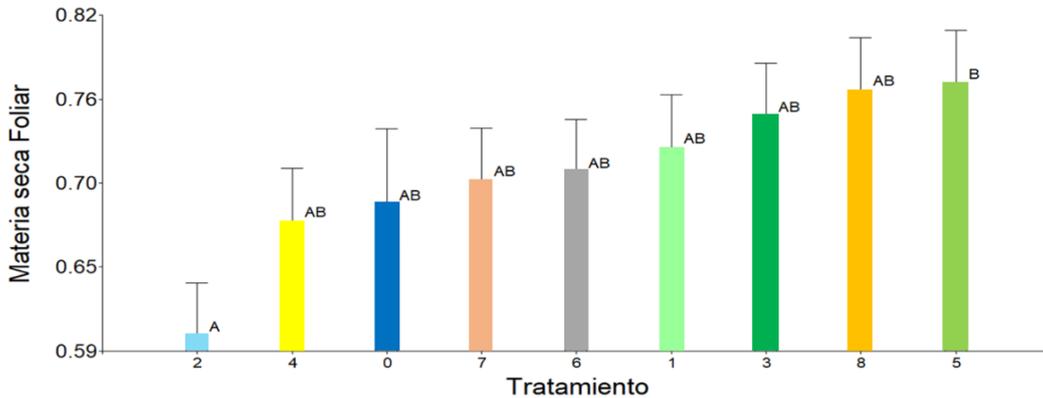


Figura 6. Biomasa seca foliar en plantas de Tara por el efecto de bioestimulantes T1 (Agromin + Evergreen); T2 (Tricho-plus® + Evergreen); T3 (Alga Active® + Evergreen); T4 (Evergreen); T5 (Agromin + Newfol plus ps); T6 (Tricho-plus® + Newfol plus ps); T7 (Alga Active + Newfol plus ps); T8 (Newfol plus ps). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con Tukey ($P \leq 0,05$).

6.7. Biomasa seca radicular

En cuanto a la biomasa seca radicular, existe diferencia significativa entre los tratamientos. Los tratamientos T2 y T6 presentaron mayor biomasa radicular con 0,81 % y 0,78 %; mientras que el tratamiento T0 obtuvo el menor porcentaje con 0,67 (Figura 7).

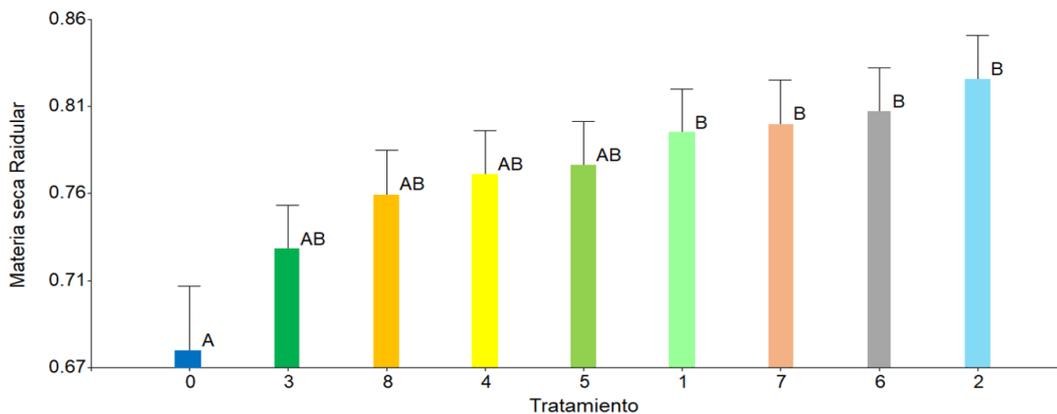


Figura 7. Biomasa seca radicular en plantas de Tara por el efecto de bioestimulantes T1 (Agromin + Evergreen); T2 (Tricho-plus® + Evergreen); T3 (Alga Active® + Evergreen); T4 (Evergreen); T5 (Agromin + Newfol plus ps); T6 (Tricho-plus® + Newfol plus ps); T7 (Alga Active + Newfol plus ps); T8 (Newfol plus ps). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con Tukey ($P \leq 0,05$).

7. Discusión

El porcentaje de pureza en la semilla de Tara fue de 91,7 %, dato que difiere al reportado por Paco (2014) que obtuvo un 99,12 %, Mendoza (2015) con 97,1 % y Mamani (2020) 99,42 %. Sin embargo, el resultado de pureza obtenido en esta investigación es superior al encontrado por Villena et al., (2019) con un 89,2 %.

En la investigación se obtuvo este porcentaje debido a que existían semillas con daños físicos; el lote de semillas de Tara fue recolectado en campo y época de recolección. Besnier (2007), afirma que la pureza esta referida a la composición en peso de las semillas que componen el lote, y toma en cuenta la presencia de impurezas o semillas extrañas, presencia de daños mecánicos en las semillas o ataque de patógenos, color y época en la que se recolectan los frutos.

FAO (2009) menciona que el porcentaje de pureza varía según el tamaño de la semilla: las semillas de mayor tamaño exponen menor cantidad de impurezas y las semillas más pequeñas presentan mayor cantidad de impurezas. El tipo de fruto también influye en el nivel de pureza de las semillas. En general, los frutos con estructuras complejas, como los frutos secos, tienen más probabilidad de contener impurezas que los frutos con estructuras simples, como las bayas.

Con relación al peso de 1000 semillas, en la investigación se logró un resultado de 212,6 g, lo que difiere al encontrado por Muñoz (2018), quien alcanzó un peso 279, 48 g, que se relaciona con lo obtenido por Sánchez, (2023), que logró un valor de 283 g, de peso de semillas.

Hurtado et al., (2020), indican que el peso de las semillas en Tara puede ser bajo debido a diferentes factores tales como: ambientales, genéticos y de cultivo pueden afectar el desarrollo y tamaño de esta, dando como resultado un peso más bajo en comparación con otras especies.

En la investigación se obtuvo un bajo peso debido a la selección de la semilla que no fue certificada, siendo recolectada en campo hasta el almacenamiento ya que es fundamental para maximizar su peso según (Villena et al., 2019).

En cuanto al análisis del contenido de humedad de acuerdo con el estudio realizado por Mamani (2020) encontró que la semilla de Tara tiene una humedad del 4 %, mientras que Mendoza (2015); Buitrón (2023), obtuvieron resultados similares con 6,5 % y 6 %, respectivamente, son resultados similares a los obtenidos en nuestra investigación de 7,53 % de humedad.

Caraguay et al., (2016), destacan que el contenido de humedad de las semillas es relativamente dependiente del manejo y de la zona de recolección, entre otros factores. Es importante saber el contenido de humedad que la semilla presenta, ya que, humedades superiores propician menores pérdidas de pre cosecha por desgrane y hace que la tarea de recolección sea más eficiente.

Según Guerrero et al., (2016), mediante la prueba de viabilidad de tetrazolio, obtuvieron un porcentaje de viabilidad del 86 %, similares a la obtenida en nuestra investigación, que alcanzó un 88% de viabilidad utilizando dicha prueba. Estos datos indican que la calidad de las semillas es buena debido a que la mayor cantidad de semillas analizadas fueron viables (Caraguay et al., 2016).

Al analizar los resultados de las variables evaluadas, se identificó que el tratamiento T1 obtuvo los mejores resultados en altura de las plántulas, número de hojas y diámetro de tallo registraron el mayor promedio, en este tratamiento se utilizó (alga active + evegreen) a base de *Ascophyllum nodosum*, auxinas, citoquininas, ácido húmico, resultaron con diferencias estadísticas frente a los demás tratamientos; de igual manera Battacharyya et al., (2015), utilizaron bioproductos sobre de desarrollo de plántulas de (*Acacia macrantha*), donde demostró que la aplicación de productos a base de *Ascophyllum nodosum*, ácido húmico, citoquininas, generan incrementos significativos en su crecimiento y desarrollo. Bustamante et al., (2019), realizaron una investigación aplicando bioestimulantes en plántulas de Tara en fases iniciales incidiendo positivamente en el vigor de la plántula.

Du jardín (2015), destaca que los bioestimulantes son sustancias que activan compuestos orgánicos (fenoles, vitaminas, polisacáridos y bateínas) en la planta, regulan el crecimiento, mejoran la absorción de nutrientes, y promueven la síntesis de proteínas estimulando el desarrollo foliar.

En cuanto a longitud de raíz, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque las medias resultaron ser superiores en la combinación de alga activ y newfol plus T7, lo que concuerda con Ramírez & Zambrano, (2021), que obtuvieron resultados favorables con la aplicación de bioestimulantes a base de algas marinas; Zermeño González et al., (2015), mencionan que las algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) poseen un efecto positivo sobre la actividad biológica (respiración y movilización de nitrógeno) del suelo, ya que promueve la diversidad microbiana, creando así un ambiente adecuado para el crecimiento de la raíz;

también al ser utilizados como biofertilizantes incrementa el contenido de macro y micronutrientes que incrementa el crecimiento de la planta mejorando el cultivo (Salmerón et al., 2020).

De acuerdo con la variable biomasa foliar seca, se encontró que el tratamiento T5 (agromin + newfol plus), lo que concuerda con Gutiérrez, (2016), que en su investigación menciona que los bioestimulantes a base de algas dieron un mejor resultado en cuanto a la biomasa foliar en plántulas de acacia, determinando una variación en el crecimiento.

En relación a la biomasa radicular del presente estudio se observó un efecto significativo con la aplicación *Trichoderma*, resultados que coinciden con los de Osorio et al., (2008), en el cual mencionan que con la aplicación de *Trichoderma* ejerce influencia en mayor peso seco radical, logrando colonizar las raíces en desarrollo, obteniendo beneficios para la planta desde una etapa temprana; Benítez et al., (2004), refiere que esto se debe a que (*Trichoderma harzianum.*) se caracteriza por la capacidad de colonizar y la mejora de la estructura y condición de las raíces. Por otro lado, las especies del género *Trichoderma* tienen varios mecanismos para ejercer su efecto benéfico sobre los cultivos descritos por (Benítez et al., 2004). También influyen en el aumento del crecimiento radicular mediante el mejoramiento de sus características fisiológicas (Vinale et al., 2012). Esto permite a las plantas aprovechar el incremento en la disponibilidad de nutrientes (Donoso et al., 2008).

Smith & Smith (2011). Argumentan que la aplicación de *Trichoderma* en las raíces, ofrece beneficios en el crecimiento y desarrollo, mejora la estructura del suelo, mayor biodiversidad del microbioma del suelo, secuestro de carbono en el suelo, tolerancia al estrés biótico y abiótico.

8. Conclusiones

La aplicación de los bioestimulantes Agromin y Alga active a base de algas (*Ascophylum nodosum*) mostró mejores resultados en diversas variables evaluadas tales como: altura de plántulas, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de raíz, y biomasa foliar seca.

La aplicación de bioestimulantes utilizados a base de (*Ascophylum nodosum*) utilizados en este experimento podrían sustituir a la fertilización convencional y ser una herramienta útil para los agricultores que buscan mejorar la calidad de las plántulas de Tara durante la etapa emergente.

Los bioestimulantes de algas muestran un efecto evidente, obteniendo los mejores resultados en cuanto a calidad de plántula.

La aplicación de bioestimulantes influyo significativamente en las plántulas en comparación con el testigo.

9. Recomendaciones

Se recomienda la aplicación de bioestimulantes a base de (*Ascophylum nodosum*) para mejorar la calidad de la plántula, ya que presentan mejores resultados en comparación al testigo en la investigación.

Para la fertilización del cultivo de Tara es recomendable el empleo de bioestimulantes foliares y edáficos, ya que estos han mostrado mejores resultados en comparación con el testigo.

Realizar nuevos estudios en Tara en vista de que existe poca información acerca de la fertilización con bioestimulantes en este cultivo.

Ejecutar estudios agronómicos en Tara, debido a su creciente valor ecológico, social y económico en el mercado nacional e internacional que está en aumento.

10. Bibliografía

- Agripac. (2023). *EVERGREEN*. <https://agripac.com.ec/productos/evergreen/>
- Agriзон. (2023). *Trichoplus*. <https://agriзон.com/products/trichoplus-1-lt>
- Agroactivo. (2023). *AGRIMIN*. www.agroactivocol.com
- Alemán, F. (2009). La tara *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntze, especie prodigiosa para los sistemas agroforestales en valles interandinos. *Acta Nova*, 4(2–3), 300–307.
- Aponte, R., & Sanmartín, J. (2011). “*Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector el bosque de la parroquia san pedro de Vilcabamba, Loja.*”
- Armijos, S. (2014). *Respuesta del pimiento (Capsicum annuum L.) a la aplicación de bioestimulantes en la parroquia el Progreso, cantón Pasaje.*
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39–48. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2015.09.012>
- Bautista, D., Chavarro, C., Cáceres, J., & Buitrago, S. (2017). Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* cv. ICA CERINZA. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 122–132. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5496>
- Benítez, T., Rincón, A., Limón, C., & Codón, A. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, 7, 249–260.
- Bernaola, R., Zamora, J., Vargas, J., Cetina, V., Rodríguez, R., & Salcedo, E. (2016). Calidad de planta en etapa de vivero de dos especies de pino en sistema Doble-Trasplante. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(33), 74–93.
- Besnier, F. (2007). *Semillas, Biología y Tecnología UCSM (Universidad Católica de Santa María).*
- Bewley, J. (1997). Seed Germination and Dormancy. *The Plant Cell*, 9, 1055–1066. <https://doi.org/10.1105/tpc.9.7.1055>

- Buitrón, C. (2023). “Determinación de tratamientos pre-germinativos de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze.”
- Bustamante, G., Imata, J., Linares, L., Mostajo, D., Pacheco, R., Quispe, M., & Vilca, A. (2019). *Efectos de las fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas) en el crecimiento de hipocótilos de Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze Tara.
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Caraguay, K., Eras, V., Gonzalez, D., Moreno, J., Minchala, J., Yaguana, M., & Valarezo, C. (2016). Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja – Ecuador. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 18(3), 271–280. <https://doi.org/10.18271/ria.2016.216>
- Cedeño, A., Velásquez, S., Avellán, B., Cargua, J., & López, G. (2021). Biostimulant in the growth and quality of banana seedlings in the nursery phase. *Espanciencia*, 124–130. <https://doi.org/10.5>
- Cobas López, M., Sospedra Sotolongo, R., & Ramos Almora, Y. (2020). Comportamiento de los parámetros morfológicos de calidad de la planta de *Lysiloma sabicu* Benth. en vivero sobre sustratos orgánicos. *CFORES*, 8(3), 550–561.
- Dago, Y., Santana, Y., & Guanche, L. (2021). Efecto de los bioestimulantes sobre la germinación y crecimiento de plántulas de *Vigna Unguiculata* Subsp. *Sesquipedalis* l. Cv. Cantón 1. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 12–17.
- Díaz, G., Rodríguez, G., Montana, L., Miranda, T., Basso, C., & Arcia, M. (2020). Efecto de la aplicación de bioestimulantes y trichoderma sobre el crecimiento en plántulas de maracuyá (*passiflora edulis* sims) en vivero. *Bioagro*, 32(3), 195–204.
- Donoso, E., Lobos, G. A., & Rojas, N. (2008). Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero. *Bosque (Valdivia)*, 29(1), 52–57. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002008000100006>

- Douglass, J., Salifu, F., & Seifert, J. (2005). Growth and nutritional response of hardwood seedlings to controlled-release fertilization at outplanting. *Forest Ecology and Management*, 214(1–3), 28–39. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.053>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Edifarm. (2006). *Vademécum Agrícola* (Novena, Vol. 6).
- Estopa, M. (2005). El cultivo in vitro en la reproducción vegetativa en plantas de vivero. *Horticultura*, 1(1), 50–57.
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso* (Vol. 6).
- FAO. (2009). *Guía para la manipulación de semillas forestales*. <https://www.fao.org/3/AD232S/ad232s27.htm>
- Fernández, R., Osuna, A., & Fierro, A. (2016). Manual de propagación de plantas superiores. In *Manual de propagación de plantas superiores* (Vol. 2, pp. 1–56).
- Fontana, M., Pérez, V., & Luna, C. (2018). Efecto del origen geográfico en la calidad morfológica de plantas de *Prosopis alba* (Fabaceae). *Revista Biología Tropical*, 66(2), 593–604.
- Guerrero, R., Lombardi, I., Gonzales, H., Figueroa, C., & Calderón, A. (2016). Determination of *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze seed viability and its correlation with the content of rubber and tannin. *Revista Forestal Del Perú*, 31(2), 69. <https://doi.org/10.21704/rfp.v31i2.1028>
- Gutiérrez, Y. (2016). “*Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de vainita (phaseolus vulgaris l.) bajo condiciones de la Molina.*”
- Hurtado, L., Urgiles, N., Eras, V., Muñoz, J., Encalada, M., & Quichimbo, L. (2020). Aplicabilidad de las Normas ISTA: Análisis de la calidad de semillas en especies forestales en el Sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 10(2), 44–57.
- ISTA. (2020a). *International Rules for Seed Testing*.

- ISTA. (2020b). *Reglas Internacionales para Análisis de Semillas 2020 Métodos Validados para Análisis de Sanidad de Semillas*.
- Lin, K. H., Wu, C. W., & Chang, Y. Sen. (2019). Applying Dickson quality index, chlorophyll fluorescence, and leaf area index for assessing plant quality of *Pentas lanceolata*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(1), 169–176. <https://doi.org/10.15835/nbha47111312>
- Mamani, J. (2020). *Evaluación de la aplicación de dos tratamientos pregerminativos y tres componentes de sustratos en la germinación de semilla de tara (Caesalpinia spinosa) en el jardín botánico de cota cota*.
- Mancero, L. (2008). La tara (*Caesalpinia spinosa*) en Perú, Bolivia y Ecuador: Análisis de la Cadena Productiva en la Región. *Programa Regional ECOBONA - INTERCOOPERATION*, 2, 1–102.
- Mendoza, R. (2015). *Evaluación germinativa de la semilla de tara (Caesalpinia spinosa (molina) kuntze) bajo el efecto de dos tratamientos pre germinativos y tres diferentes niveles de sustratos en la comunidad de Inquisivi*.
- Muñoz, I. (2018). *Evaluación del efecto de dos tratamientos pre germinativos en tres tipos de sustratos en la germinación de la tara (Caesalpinia spinosa) en el centro experimental de cota cota*.
- Neri, J., Collazos, R., Oliva, M., Huamán, E., & Vásquez, J. (2018). Aplicación de la escarificación física y mecánica en la emergencia y crecimiento de semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(2), 45. <https://doi.org/10.25127/aps.20182.392>
- Nogueira, D., Vasconcelos, R., Mendes, H., Alcantara, A., & Viana, A. (2015). Biostimulants, macro and micronutrient fertilizer influence on common bean crop in Vitria da Conquista- Ba, Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 10(16), 1891–1897. <https://doi.org/10.5897/ajar2014.9359>
- Núñez, J., Quiala, E., Feria, M., Mestanza, S., & Teanga, S. (2017). Propagación in vitro de *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntz a partir de yemas axilares de árboles plus seleccionados. *Bioteología Vegetal*, 17(2), 67–75.

- Orozco, M., & Calvo, J. (2019). Consideraciones técnicas para la preparación de abonos foliares de fabricación casera. *Ciencias Agroalimentarias*, 19(33), 106–120. <https://doi.org/10.15517/pa.v19i33.39636>
- Osorio, C., Castañeda, D., & Molano, A. (2008). Multiplication of arbuscular mycorrhizae fungi (amf) and mycorrhization effect in micropropagated plants of banana (*Musa* cv. 'gran enano') (Musaceae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), 4279–4290.
- Paco, J. (2014). *Evaluación del efecto de tres tratamientos pregerminativos en tres tipos de sustrato en la germinación de la tara (Caesalpinia spinosa) en (centro experimental) cota cota facultad de agronomía.*
- Primo, L. (2004). Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* - *Caesalpinia tinctoria*. *Revista Del Instituto de Investigación FIGMMG*, 7(14), 64–75.
- Ramírez, A., Cruz, N., & Franchialfaro, O. (2003). Uso de bioestimuladores en la reproducción de guayaba (*Psidium guajava* L.) mediante el enraizamiento de esquejes. *Cultivos Tropicales*, 24(1), 59–63.
- Ramírez, G., & Zambrano, B. (2021). *Comportamiento agronómico del cacao ccn51 (Theobroma cacao L.) usando bioestimulante orgánico a base de extractos de algas marinas.*
- Ramírez, J. (2017). Desarrollo en etapa de vivero de *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm sometida a tres dosis de fertilización y dos sustratos. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 45–52.
- Reyes, J., Ramos, R., Llerena, L., Ramírez, M., & Falcón, A. (2021). Potentialities of oligogalacturonides and chitosaccharides on plant rooting. *Terra Latinoamericana*, 39. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.846>
- Rodríguez, T., Cajamarca, K., Barrezueta, S., Luna, A. E., & Villaseñor, D. (2023). Efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico de plántulas de cacao en etapa de vivero. *Manglar*, 20(2), 117–122. <https://doi.org/10.57188/manglar.2023.013>

- Sadeghian, K., & Gonzalo, H. (2012). *Alternativas generales de fertilización para cafetales en la etapa de producción.*
- Sajjad, H., Muhammad, H., Shagufta, B., Aamir, M., Salman, G., Gllite Town Rawalpindi, D., Salman Ghuffar, & Iqbal, S. (2017). Novel potential of Trichoderma Spp. As biocontrol agent. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(4), 214–222.
- Salmerón, S., Zermeño, A., Méndez, J., Ramírez, H., & Cadena, M. (2020). Biofertilización foliar con algas marinas (Algae (l.)) a un viñedo y su relación con contenido de hierro, fotosíntesis y rendimiento. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 6(12), 967–976.
- Sánchez, A. (2023). *Evaluación de tratamientos pre germinativos usando diferentes sustratos sobre la germinación de tara (Caesalpinia spinosa (Mol.) Kuntz) bajo condiciones de campo y laboratorio.*
- Seijas, S., Seijas, P., Seijas, N., Salgado, L., Esquivel, C., & Gonzalez, J. L. (2022). Parameters energy in the industrial production of tannins of *Caesalpinia spinosa* kuntze (Tara). *Revista Ciencia y Tecnología*, 18(1), 189–201. <https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2022.01.14>
- Sharma, S., Kour, D., Rana, K. L., Dhiman, A., Thakur, S., Thakur, P., Thakur, S., Thakur, N., Sudheer, S., Yadav, N., Yadav, A. N., Rastegari, A. A., & Singh, K. (2019). Trichoderma: Biodiversity, Ecological Significances, and Industrial Applications. *Biology*, 3(1), 85–120. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10480-1_3
- Smith, F., & Smith, E. (2011). What is the significance of the arbuscular mycorrhizal colonisation of many economically important crop plants? *Plant and Soil*, 348(1–2), 63–79. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0865-0>
- Trinidad, S., & Aguilar, D. (1999). Foliar Fertilization, an Important Enhancing for the Crop Yield. *Terra Latinoamerica*, 17(3), 247–255.
- Villena, J. J., Seminario, J. F., & Valderrama, M. A. (2019). Variabilidad morfológica de la “tara” *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze (Fabaceae), en poblaciones naturales de Cajamarca: descriptores de fruto y semilla. *Arnaldoa*, 26(2), 555–574. <https://doi.org/10.22497/ARNALDOA.262.26203>

- Villena, J., Seminario, J., & Valderrama, M. (2019). Variabilidad morfológica de la “tara” *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze (Fabaceae), en poblaciones naturales de Cajamarca: descriptores de fruto y semilla. *Arnaldoa*, 26(2), 555–574. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26203>.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Ruocco, M., Woo, S., & Lorito, M. (2012). Trichoderma Secondary Metabolites that Affect Plant Metabolism. *Natural Product Communications*, 7(11), 1545–1550. <https://doi.org/10.1177/1934578X1200701133>
- Zermeño Gonzalez, A., López Rodríguez, B. R., Melendres Alvarez, A. I., Ramírez Rodríguez, H., Cárdenas Palomo, J. O., Munguía López, J. P., Zermeño Gonzalez, A., López Rodríguez, B. R., Melendres Alvarez, A. I., Ramírez Rodríguez, H., Cárdenas Palomo, J. O., & Munguía López, J. P. (2015). Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(12), 2437–2446.

11. Anexos

Anexo 1. Tratamiento pre-germinativo: escarificación mecánica lija



Anexo 2. Aplicación de las normas ISTA a semillas de *Caesalpinia spinosa*

Selección, limpieza y pesaje de las semillas



Anexo 3. Preparación y enfundado de sustrato: tierra de bosque (50 %), arena (17 %), turba (30 %)



Anexo 4. Siembra de la semilla de tara



Anexo 5. Aplicación de los tratamientos



Anexo 6. Evaluación y seguimiento del ensayo



Anexo 7. Determinación de variables fisiológicas



CERTIFICADO DEL RESUMEN

Yo, **Maholy Katherine Morocho Merino**, portadora de la cedula de Identidad N°:1104677131. Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Idioma Inglés. Certifico la traducción al idioma inglés el resumen del Trabajo de Titulación denominada: **"Efecto de bioestimulantes en el crecimiento de plántulas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en vivero de la Universidad Nacional de Loja"**, perteneciente a la señorita **Jenny Olinda Flores Jirón**, esta corresponde al texto original en español.

A la parte interesada muy atentamente,



Maholy Katherine Morocho Merino

Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Idioma Inglés

Registro N° 1008-2016-1695982 SENECYT.