

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Evaluación del efecto de las algas marinas sobre las características agronómicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) Var. Forastero en la producción de plantones patrón en vivero Pangoa, Satipo**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

**Bach. Omar Eduardo CARO VALENCIA**

**Asesor**

**Ing. Iván SOTOMAYOR CORDOVA**

**La Merced – Perú – 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Evaluación del efecto de las algas marinas sobre las características agronómicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) Var. Forastero en la producción de plantones patrón en vivero Pangoa, Satipo**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Julio IBAÑEZ OJEDA**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 0139-2024/UIFCCAA/V**

---

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**CARO VALENCIA, Omar Eduardo**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía – La Merced**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Evaluación del efecto de las algas marinas sobre las características agronómicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) Var. Forastero en la producción de plantones patrón en vivero Pangoa, Satipo**

Asesor  
**Ing. SOTOMAYOR CÓRDOVA, Ivan**

Índice de similitud  
**10 %**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 28 de diciembre de 2024



Firmado digitalmente por HUANES TOVAR Luis Antonio FAU 20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 29.12.2024 00:22:18 -05:00

Firma Digital  
Director UIFCCAA

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Agripina Valencia Guinea y Victor Lucio Caro Ramos

## **AGRADECIMIENTO**

En especial a la persona que me acompañó durante este tiempo a Sonia Nelsa Huaraca Tovar, mi compañera de aventuras y sobre todo el amor de mi vida. Agradecer a mi familia, a mis profesores y sobre todo a Dios, la luz incondicional que guía mi camino, a la gloriosa Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

## RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de: Evaluar el efecto de las algas marinas sobre las características agronómicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero Pangoa, Satipo. Se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos consistentes en dosis del fertilizante a base de algas marinas fueron: T1 (Sin aplicación); T2 (1 L/200 L agua); T3 (2 L/200 L agua) y T4 (3 L/200 L agua). Los resultados muestran que: las algas marinas tienen un efecto beneficioso sobre las características agronómicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero; las diferentes dosis de las algas marinas, no se diferencian en su efecto en la fase de crecimiento foliar y el crecimiento radicular en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero, esto lo corrobora las pruebas de significación de Duncan y Tukey al 5%, los cuales agrupan a las diferentes dosis en una sola categoría, para las variables, grosor de tallo, número de hojas, longitud de hojas, ancho de hojas; longitud de raíz y grosor de raíz; sin embargo, para la variable altura de planta, la mayor dosis de algas marinas tienen mejor efecto. De los resultados obtenidos se puede manifestar que las diferentes dosis de las algas marinas no se diferencian en su efecto en la fase de crecimiento foliar y radicular en plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero, por lo que la dosis más baja es el más rentable para los agricultores.

**Palabras clave:** Planta patrón, Cacao, Variedad Forastero, Producción, Fertilización, Algas marinas, vivero.

## ABSTRACT

The present study was conducted with the objective of evaluating the effect of seaweed on the agronomic characteristics of cacao (*Theobroma cacao* L.) variety Forastero in the production of standard seedlings in the Pangoa nursery, Satipo. A Complete Randomized Design (CRD) was used with 4 treatments and 4 replications per treatment. The treatments consisting of doses of seaweed-based fertilizer were: T1 (No application); T2 (1 L/200 L of water); T3 (2 L/200 L of water); and T4 (3 L/200 L of water). The results indicate that seaweed has a beneficial effect on the agronomic characteristics of cacao (*Theobroma cacao* L.) variety Forastero in the production of standard seedlings in the nursery; the different doses of seaweed did not differ in their effect on the leaf growth phase and root growth in cacao (*Theobroma cacao* L.) variety Forastero in the production of standard seedlings in the nursery. This is corroborated by the significance tests of Duncan and Tukey at 5%, which group the different doses into a single category for the variables: stem thickness, number of leaves, leaf length, leaf width, root length, and root thickness; however, for the variable plant height, the highest dose of seaweed showed a better effect. From the obtained results, it can be stated that the different doses of seaweed do not differ in their effect on the leaf and root growth phases in cacao (*Theobroma cacao* L.) variety Forastero in the production of standard seedlings in the nursery, thus the lowest dose is the most cost-effective for farmers.

**Keywords:** Standard Seedling, Cacao, Forastero Variety, Production, Fertilization, Seaweed, Nursery.

## INTRODUCCIÓN

La producción de cacao es una actividad agrícola de vital importancia, especialmente en regiones tropicales donde se cultiva la variedad Forastero, conocida por su alta productividad y resistencia a enfermedades. En este contexto, el uso de fertilizantes adecuados es crucial para optimizar el crecimiento y desarrollo de las plantas en vivero. Los fertilizantes a base de algas marinas han ganado atención en los últimos años debido a sus propiedades beneficiosas, que incluyen la mejora de la fertilidad del suelo y el aumento de la resistencia de las plantas a estrés ambiental (Sánchez et al., 2022).

El crecimiento medio anual de la producción nacional de cacao en grano ha sido del 10,1%. En Perú, la producción de cacao se fundamenta en tres variedades clave: 53,3% perteneciente a la variedad trinitaria (Junín), 37,3% de forastero amazónico (Cusco y Ayacucho) y 9,4% de criollo (área norte de San Martín, Amazonas y Cajamarca) La producción del primer semestre del 2023 presenta una reducción del 4,8 % en comparación con el mismo periodo del año 2022, lo que resultó en un total de 86,2 mil toneladas. Esto se atribuye a la disminución de la producción en las regiones más importantes como San Martín, Junín, Huánuco y Cusco. Es importante resaltar que Perú es reconocido como uno de los mayores productores y suministradores de cacao fino y de aroma. Además, es el segundo productor global de cacao orgánico. Además, en cuanto a material genético, el 60% de la biodiversidad de cacao existente está presente en nuestro país (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023).

Los fertilizantes a base de algas marinas contienen una variedad de nutrientes esenciales y bioestimulantes que pueden influir positivamente en el crecimiento de las plántulas de cacao. Estos productos son ricos en micronutrientes, hormonas vegetales y polisacáridos, que actúan en sinergia para favorecer el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes (González et al., 2021).

En estudios recientes, se ha observado que la aplicación de estos fertilizantes incrementa la biomasa de las plántulas y mejora la calidad del suelo, lo que consecuentemente resulta en un crecimiento más robusto y sano de las plantas. Además, el uso de fertilizantes a base de algas marinas ha demostrado tener efectos positivos en la resistencia de las plantas de cacao ante condiciones adversas, como sequías o enfermedades. Las propiedades bioestimulantes de las algas marinas ayudan a activar mecanismos de defensa en las plantas, lo que se traduce en una mayor tolerancia al estrés (Martínez & López, 2023).

Esto es especialmente relevante para la variedad Forastero, que, aunque es resistente, puede beneficiarse de este tipo de tratamientos para maximizar su rendimiento en condiciones subóptimas. Es importante señalar que la aplicación de fertilizantes a base de algas marinas debe ser considerada dentro de un enfoque agronómico integral. La combinación de estos fertilizantes con prácticas de manejo sostenible y la evaluación de las condiciones edáficas específicas son fundamentales para garantizar resultados óptimos en la producción de plantas en vivero (Ramírez et al., 2024). La sinergia entre el uso de algas marinas y otras técnicas de manejo agronómico puede resultar en un sistema de producción más resiliente y productivo.

Por lo expuesto, se pueden afirmar que los fertilizantes a base de algas marinas se presentan como una alternativa prometedora para mejorar la producción de plantas de cacao en vivero, específicamente en la variedad Forastero. Su capacidad para enriquecer el suelo, estimular el crecimiento y aumentar la resistencia al estrés ambiental los convierte en una herramienta valiosa para los agrónomos. Sin embargo, se requiere más investigación para optimizar su aplicación y maximizar los beneficios en diferentes contextos agrícolas (Pérez et al., 2023).

## ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN .....	5
ÍNDICE .....	7
ÍNDICE DE TABLAS .....	9
CAPITULO I .....	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	5
1.3. Formulación del problema .....	5
1.3.1. Problema general .....	5
1.3.2. Problemas específicos .....	6
1.4. Formulación de objetivos .....	6
1.4.1. Objetivo general .....	6
1.4.2. Objetivos específicos .....	6
1.5. Justificación de la investigación .....	7
1.6. Limitaciones de la investigación .....	8
CAPITULO II .....	10
2. MARCO TEÓRICO .....	10
2.1. Antecedentes de estudio .....	10
2.2. Bases teóricas - científicas .....	13
2.3. Definición de términos básicos .....	29
2.4. Formulación de la hipótesis .....	30
2.4.1. Hipótesis general .....	30
2.4.2. Hipótesis específicas .....	30
2.5. Identificación de variables .....	31
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	31
CAPITULO III .....	32
3. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	32
3.1. Tipo de investigación .....	32

3.2.	Nivel de investigación.....	32
3.3.	Método de investigación.....	32
3.4.	Diseño de investigación.....	32
3.5.	Población y muestra.....	34
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	34
3.8.	Tratamiento estadístico.....	34
3.9.	Orientación ética.....	34
CAPITULO IV.....		36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	36
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	40
4.3.	Prueba de hipótesis.....	49
4.4.	Discusión de resultados.....	50
CONCLUSIONES.....		1
RECOMENDACIONES.....		2
BIBLIOGRAFIA.....		3
ANEXOS.....		8

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página.</b>
Tabla 1. Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	40
Tabla 2. Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para altura de planta. .....	41
Tabla 3. Análisis de varianza para la variable grosor de tallo.....	41
Tabla 4. Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para grosor de tallo.	42
Tabla 5. Análisis de varianza para la variable número de hojas.....	43
Tabla 6. Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para número de hojas .....	43
Tabla 7. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja .....	44
Tabla 8. Prueba de significación de Duncan al 5% para longitud de hoja .....	45
Tabla 9. Análisis de varianza para la variable ancho de hoja .....	45
Tabla 10. Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para ancho de hoja .....	46
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz .....	46
Tabla 12. Prueba de significación de Duncan al 5% para longitud de raíz .....	47
Tabla 13. Análisis de varianza para la variable grosor de raíz.....	48
Tabla 14. Prueba de significación de Duncan al 5% para grosor de raíz.....	48

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En Perú, diversas organizaciones y actores consideran a la agricultura orgánica como una oportunidad de desarrollo, principalmente por la creciente demanda del mercado internacional. Este proceso involucra cada vez más a los consumidores, productores, procesadores y comercializadores que necesitan recibir información actualizada sobre la oferta y demanda de este tipo de productos.

En Perú, la producción orgánica se caracteriza por un rápido crecimiento, practicada en su mayoría por pequeños y medianos agricultores, con un alto potencial de generación de empleo, aumentando la contribución de las tasas de cambio que contribuyen a la conservación de la biodiversidad agrícola y los recursos naturales. La agricultura de selva alta, está concentrada en cinco productos, que constituyen más del 80% del valor de la producción agrícola en la zona, dentro de estos productos se encuentran el café, el cacao, el arroz y el maíz.

El Perú es un importante productor de cacao a nivel mundial, con una significativa contribución a la industria. El 60% de la biodiversidad de cacao

existente en el mundo se encuentra en el Perú, lo que incluye variedades de grupos genéticos como Trinitario, Forastero amazónico y Criollo. En el año 2019, la producción de cacao en el Perú alcanzó las 135,9 mil toneladas, generando alrededor de 11 millones de jornales y beneficiando directamente a más de 90 mil familias, e indirectamente a 450 mil personas en las zonas de producción, principalmente en la selva peruana. El Perú es el segundo país productor de cacao orgánico a nivel mundial.

El cacao representa la fuente de ingreso principal de 40-50 millones de personas a nivel mundial en zonas de producción ubicadas en África, Asia Central y Sudamérica. El cacao peruano ha sido calificado por la Organización Internacional del Cacao (ICCO) como un país donde se produce y exporta un cacao fino y de aroma, logrando el 36% de la producción mundial de este tipo.

La producción nacional de cacao en grano ha experimentado un crecimiento sostenido, alcanzando las 157.859 toneladas en 2021, con un incremento promedio anual del 14% durante los últimos 12 años. El 71% de la producción total de cacao en el Perú tiene como destino la exportación, con un valor de exportaciones de cacao y derivados de USD\$ 245,6 millones en 2019, lo que representó un aumento del 11% respecto al año anterior.

Perú es el segundo productor de cacao orgánico a nivel mundial, y ha apostado por la certificación para consolidarse en el mercado, seguir creciendo y obtener mejores precios. El cacao peruano ha recibido premios internacionales en los últimos años y es utilizado por algunas de las fábricas más exclusivas de chocolate en Suiza, Bélgica y Francia. Estos datos reflejan el impacto significativo que la producción de cacao tiene en el Perú, tanto a nivel económico como en la preservación de la biodiversidad de este importante cultivo.

Uno de los problemas fundamentales en la producción de cacao es la calidad del cacao producido, la cual está directamente relacionada con el tipo de patrón utilizado en su cultivo. Un patrón inadecuado puede influir

negativamente en la salud y productividad de los árboles de cacao, lo que a su vez afecta la calidad del cacao cosechado.

Otro problema surge de no seleccionar los mejores patrones para el injerto del cacao. Si las plantas para patrones o porta injertos no provienen de árboles sanos, adaptados a la zona y con tolerancia a enfermedades, se corre el riesgo de que los árboles de cacao no alcancen su máximo potencial en términos de salud y productividad.

La falta de atención a la selección cuidadosa del patrón puede resultar en árboles de cacao susceptibles a enfermedades y plagas, lo que afecta negativamente la producción y la calidad del cacao. Esto representa un desafío significativo para los productores de cacao que buscan obtener un producto final de alta calidad.

Además, la influencia en la producción es un problema clave relacionado con el uso de un patrón inadecuado en la producción de cacao. La elección del material de siembra y la calidad del cacao producido están estrechamente vinculadas, lo que destaca la importancia de seleccionar cuidadosamente los patrones para garantizar una producción óptima.

En resumen, el problema radica en la falta de conciencia sobre la importancia del uso de un buen patrón en la producción de cacao. La selección adecuada del patrón es crucial para garantizar la calidad, la productividad y la salud de los árboles de cacao, lo que a su vez influye en la calidad del cacao producido y sus productos derivados.

La relación entre el patrón y la productividad en la producción de cacao es fundamental. La productividad se refiere a la correlación entre el volumen de productos producidos por un sistema de producción y los recursos empleados para lograrlo. En el caso del cacao, la elección del patrón adecuado influye directamente en la productividad, ya que un buen patrón puede contribuir a una mayor producción con los mismos insumos o a una producción similar con un

menor número de insumos. Esto significa que la selección cuidadosa del patrón es crucial para garantizar una alta productividad en la producción de cacao.

Además, la productividad en la producción de cacao también está estrechamente relacionada con la calidad del cacao producido. Un patrón incorrecto puede impactar de manera adversa en la salud y rendimiento de los árboles de cacao, lo que a su vez afecta la calidad del cacao cosechado. Por lo tanto, la relación entre el patrón y la productividad se manifiesta en la capacidad de obtener una mayor producción con la misma cantidad de recursos o una producción de mayor calidad con una gestión eficiente de los insumos utilizados en el cultivo de cacao.

En resumen, la relación entre el patrón y la productividad en la producción de cacao es crucial, ya que la elección del patrón adecuado puede influir significativamente en la cantidad y calidad del cacao producido, lo que a su vez impacta la eficiencia y rentabilidad de la producción de cacao.

La fertilización es la incorporación de nutrientes al suelo a través de sustancias químicas u orgánicas para aumentar la fertilidad y lograr una nutrición vegetal adecuada para aumentar la productividad. La aplicación debe ser razonable, teniendo en cuenta la fertilidad del suelo, las semillas utilizadas, las necesidades de la planta y la economía de la aplicación. Por estas razones, las dosis se aplican de acuerdo al tipo de nutriente.

Las plantas con falta de fertilización no solo muestran un crecimiento lento, sino que también presentan un bajo vigor y tienen un mayor riesgo de sufrir ataques por parte de insectos y de enfermedades. Cuando son atacadas, las plantas usan nutrientes adicionales en su intento por defenderse de las enfermedades. Si la nutrición de la planta no se corrige de forma rápida, el daño será aún más grave.

Ante esta problemática el trabajo de investigación se orienta a evaluar el efecto de diferentes dosis de las algas marinas como fertilizante en la

producción de plantones patrón del cacao variedad forastero, con la finalidad de validar los resultados y que permitirán mejorar el proceso de obtención de buenas plantas patrón que conlleve a incrementar la producción de cacao.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

- Delimitación espacial: El estudio se realizará en la zona del distrito de Pangoa, en la provincia de Satipo, en el departamento de Junín. Situado en la región Selva Alta entre las coordenadas 11°25'42" latitud Sur y 74°29'17" longitud Oeste; tiene una extensión aproximada de 6197 km<sup>2</sup> y una altitud cercana a 510 msnm; presenta un clima cálido húmedo tropical y tiene 60883 residentes de acuerdo con el último censo efectuado en Perú en 2017
- Delimitación temporal: Para llevar a cabo este estudio, se recolectarán datos en 2024.
- Delimitación temática: El trabajo de investigación se construirá a partir del conocimiento de la producción de plantones patrón del cultivo de cacao, la importancia de la variedad Forastero y del comportamiento agronómico frente a un fertilizante en base a algas marinas.
- Delimitación académica: Este proyecto de investigación propuesto satisface las exigencias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión respecto al nivel de investigación y el método de exposición para proyectos de tesis de pre grado, dentro del marco del reglamento de grados y títulos. Esto se basa en la bibliografía, textos y estudios que aporten conceptos y teorías acerca de la fabricación de plantones patrón en el vivero.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

- ¿Cuál es el efecto de las algas marinas sobre las características agronómicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero Pangoa, Satipo?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la dosis de las algas marinas de mejor efecto en la fase de crecimiento foliar en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo?
- ¿Cuál es la dosis de las algas marinas de mejor efecto en la fase de crecimiento radicular en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo?
- ¿Cuáles son las diferencias en el efecto de las dosis de las algas marinas en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de las algas marinas sobre las características agronómicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero Pangoa, Satipo.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la dosis de las algas marinas de mejor efecto en la fase de crecimiento foliar en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo.
- Determinar la dosis de las algas marinas de mejor efecto en la fase de crecimiento radicular en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo.

- Distinguir las diferencias en el efecto de las dosis de las algas marinas en plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo.

### **1.5. Justificación de la investigación**

El Perú es un país muy diverso y sus regiones geográficas y ecosistemas selváticos aún conservan importantes recursos genéticos a pesar de la degradación ambiental que enfrenta, es uno de los recursos de diversidad genética escondidos en la selva central, enriqueciendo los medios de vida de los Ashaninkas, Nomatsiguenga, Amuesha (Yanesha) y Caquinte Poyenisati; asimismo, brinda oportunidades de bionegocios para los residentes rurales. El cacao, utilizado para elaborar chocolate, es valorado a nivel global por su sabor y sus ventajas nutricionales. Esta relevancia lo transforma en un producto de gran demanda, que gracias a sus múltiples versiones es accesible para todo tipo de público.

Es relevante resaltar que Perú es el segundo país en producir cacao orgánico y, de acuerdo con la Organización Internacional del Cacao (ICCO), es el tercer país de Latinoamérica en producir y exportar cacao fino y de aroma, tras Ecuador y Brasil. Desde el comienzo del siglo XXI, en Perú se ha producido de forma organizada y competitiva. Esta circunstancia facilita una articulación económica más eficaz entre los productores y el mismo mercado local, impactando en su incorporación al mercado mundial que cada día demanda productos fabricados con cacaos especiales más avanzados.

De acuerdo con la Organización Internacional de Cacao (ICCO), Perú está entre los diez mayores productores y exportadores de cacao a nivel global. Además, tiene el 60% de las variedades de cacao a nivel global, y el 36% de la producción global de cacao fino y de aroma. Además, se ha transformado en

uno de los ingredientes peruanos de mayor calidad a nivel global, al igual que el café, generando valor añadido en las fábricas de chocolate de alta calidad.

La demanda de una agricultura sustentable y el incremento en los consumidores de productos orgánicos a nivel global en años recientes, provocan un aumento en el uso de productos biológicos. En este contexto, el uso de fertilizantes basados en algas marinas se presenta como una de las alternativas más factibles para estos propósitos, y el cacao peruano no se encuentra exento de estos requisitos.

Los abonos basados en algas marinas se emplean extensamente en la agricultura como bioestimulantes del crecimiento de las plantas y representan una opción ecológica frente al uso excesivo de productos agroquímicos artificiales. Estos productos naturales son combinaciones complejas de componentes bioactivos como reguladores del crecimiento de las plantas, polisacáridos, fenoles, aminoácidos, esteroides, betaínas, vitaminas, macro y microminerales. Su uso en la producción de diversos cultivos produce un extenso espectro de respuestas favorables en el sistema planta-suelo. No obstante, se ha desaprovechado al máximo el potencial bioestimulante de estas formulaciones debido a la escasa comprensión de sus mecanismos de acción en las plantas.

Por todo lo mencionado, es necesario el estudio del comportamiento agronómico de plantones patrón de cacao variedad Forastero a diferentes dosis de un fertilizante a base de algas marinas en la etapa de vivero en el distrito de Pangoa, provincia de Satipo y de esta manera lograr incrementar la producción de cacao orgánico en beneficio de las familias que se dedican a este cultivo.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La realización del trabajo de investigación es viable desde el aspecto de utilización de recursos económicos, humanos y materiales, asimismo no tiene efectos negativos de ningún tipo sobre el medio ambiente y su desarrollo

considerará el proceso productivo del cultivo en la fase de vivero y las condiciones ambientales.

Las limitaciones que podrían presentarse en el desarrollo de la investigación pueden ocurrir por problemas de factores climáticos, social y salud que atenten con la integridad del personal y materiales de investigación, debido aún a la presencia del COVID-19 y al estado de emergencia en la cual esta nuestro país.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Rodriguez, Y.F. (2013), manifiesta que el estudio se llevó a cabo en el periodo de sequía del 2012, en tierras del Ingenio San Carlos, situadas en el kilómetro 50 de la ruta Durán- Tambo, en el cantón El Triunfo, en la provincia del Guayas. La meta consistió en: 1) Establecer la cantidad correcta de algas marinas utilizadas en el sustrato, así como su impacto en la germinación de las semillas y las propiedades fenotípicas del cacao; y 2) Evaluar económicamente los tratamientos utilizados en las investigaciones. El estudio se llevó a cabo en un vivero; la unidad experimental constaba de 25 plantas; los tratamientos totales fueron ocho, que implicaron la aplicación de algas marinas a las semillas y a los sustratos para la producción de plantas. Se empleó un diseño totalmente aleatorio con arreglo en grupo. En términos agronómicos, las aplicaciones en la combinación de algas marinas con sustrato proporcionaron los mejores resultados en términos de: porcentaje de germinación, altura de la planta, volumen de radical y la cantidad de plantas al concluir el experimento para su venta. Según este estudio y considerando los costos de estas, no resulta

lucrativo su empleo para la producción de plantas de cacao en vivero, donde el tratamiento observado obtuvo el mayor beneficio.

Montoya. A.G. (2022), manifiesta que el objetivo de este estudio fue analizar la reacción de la floración en cacao (*Theobroma cacao* L.) ante la aplicación de algas marinas como adicional a la fertilización. La evaluación incluyó tratamientos como (T1-15 ml/20L, T2- 25 ml/20L, T3-35 ml/20L, T4-45 ml/20L, T5-0 ml/20L). Según los resultados obtenidos, el tratamiento T1 registró resultados considerablemente significativos en relación a la variable cojines florales durante el proyecto. Esta información se extrajo de 4 recolección de datos distintas con intervalos de 15 días entre cada una. Aunque los otros tratamientos no obtuvieron efectos positivos en las otras variables de estudio. Se determina que mediante el uso del bioestimulante basado en algas marinas se pueden mejorar parcialmente ciertos atributos del cultivo, sin embargo, se sostiene que se deben implementar nuevas acciones de evaluación sobre este bioestimulante Stimplex y sus diversas dosificaciones para futuros proyectos futuros.

Gabriel, M.A. (2022), manifiesta que El empleo de abonos orgánicos en los cultivos de cacao que promuevan etapas cruciales de crecimiento de las plantas, tal como sucede con los fertilizantes líquidos comerciales basados en algas marinas, son indispensables en los agroecosistemas de cacaoteros, y su utilización se ajusta al enfoque agroecológico que se busca otorgar al cultivo. En el cantón Simón Bolívar, el cacao (*Theobroma cacao* L.) es una de las principales cosechas agrícolas, constituye el 40.30% de la superficie apta para el cultivo y representa la base económica de numerosos productores que se enfocan en su cultivo y producción. Los hallazgos de este estudio posibilitaron la formulación de propuestas locales, en particular en el Recinto Río Chico Ide, ubicado en la Parroquia Lorenzo de Garaicoa del cantón Simón Bolívar, para la gestión completa del cultivo de cacao, basada en la utilización de recursos

orgánicos. El propósito de este estudio es evaluar el impacto de aplicar cuatro dosis de un biofertilizante hecho de algas en el cultivo del cacao en el Recinto Río Chico I, Lorenzo de Garaicoa, Simón Bolívar, Guayas. El diseño experimental empleado fue un Diseño en Cuadrado Latino (DCL), que consistió en cinco tratamientos que incluían cuatro dosis del biofertilizante objeto de estudio junto a un testigo absoluto. Los tratamientos fueron: Algawell 1 l/ha, 2 l/ha, 5 l/ha, 7 l/ha y un testigo absoluto. Este trabajo nos proporcionó un resultado positivo.

Quito, L.A. (2022), manifiesta que este ensayo experimental se llevó a cabo en Bucay, Provincia del Guayas, desde septiembre de 2020 hasta marzo de 2021. La meta principal consistió en contrastar la investigación de dos clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) con el uso de algas marinas en las áreas de Bucay durante el verano. Además, los objetivos concretos consistieron en: determinar cuál de los dos clones y la aplicación de algas marinas se ajusta a los clones, evaluar cuál de las dosis aplicadas en los dos clones de cacao mejora el rendimiento en 150 días y efectuar un estudio económico entre los diferentes tratamientos. Se empleó un diseño de cuadro latino, que incluyó seis tratamientos, resultando en 36 unidades experimentales. El estudio incluyó seis tratamientos basados en el clon CCN-51 y el clon EET-103, además de dos dosis de algas marinas, y un testigo absoluto por cada clon, lo que originó la investigación de seis tratamientos. Las variables analizadas incluyen: cantidad de mazorcas, diámetro de las mismas, peso de 100 granos, rendimiento y análisis de beneficio y costo. La valoración estadística de la información se llevó a cabo a través del análisis de varianza, además, los datos se examinaron de manera estadística a través del test de Tukey al 5% de probabilidad. Los hallazgos indicaron que el clon que generó altas medias de fertilización fue el cacao CCN51, catalogado como un clon de gran productividad, con un promedio de 16 mazorcas por planta con 140 kilos de alga marina. Además, se alcanza

una productividad de 2870,60 kg/ha y 2583,54 kg/ha bajo el programa de fertilización.

Cedeño, K.J. (2022), manifiesta que El propósito de esta investigación fue analizar el impacto de la utilización de abonos orgánicos en el crecimiento de flores y frutos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*). Esta investigación se llevó a cabo en la finca “La Ponderosa” ubicada en la Provincia de los Ríos cantón Babahoyo- Parroquia la Unión- Recinto San Miguel, Se utilizó una plantación de cacao ya establecida, el híbrido CCN-51 de 4 años de edad; constituido por 4 tratamientos y 6 repeticiones, para 24 unidades experimentales, para T1 (Evergreen), T2 (Lixiviado de Lombriz), T3 (Bioestimulante Fortificador orgánico), TA (Testigo Absoluto).se realizó tres fertilizaciones y un monitoreo cada 7 días por tres meses; El mejor resultado en Floración lo obtuvo T3 (Bioestimulante Fortificador orgánico) con una media de 168,17 y la Repetición I con una media de 134,50, Mientras el mejor resultado en fructificación lo obtuvo T2 (Lixiviado de Lombriz) y Repetición VI con una media de 66,50 y 67,25 respectivamente.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **El cultivo de cacao**

#### **A. Generalidades**

El género *Theobroma* proviene de América Tropical, concretamente del río Amazonas en su cuenca superior. El género cuenta con ciertas especies de gran importancia económica en los países tropicales, en particular, *Theobroma cacao*. A lo largo de la historia, las semillas de *T. cacao* han sido utilizadas para la elaboración de bebidas y otros alimentos, tales como moneda, bebida ceremonial y tributo a los monarcas. Esta especie se encuentra actualmente distribuida a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos, desde los 20° de latitud norte hasta los 20° de latitud sur (ICCO, 2003).

El cacao es una especie leñosa que anteriormente pertenecía a la familia Sterculiaceae, pero que ahora ha sido reubicada en la familia Malvaceae. El cacao es considerado como uno de los cultivos perennes más importantes del planeta, con un estimado de producción mundial de 3,5 millones de toneladas en el 2006 (Gutiérrez, et al 2011).

## **B. Taxonomía**

Según Arvelo Sánchez et al. (2017), la planta de cacao es ubicado en la siguiente clasificación taxonómica:

- Dominio : Eukaryota
- Reino : Plantae
- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliópsida (=Dycotiledoneae)
- Orden : Malvales
- Familia : Sterculiaceae
- Género : Theobroma
- Especie : cacao
- Nombre científico: *Theobroma cacao* L.
- Nombre común: Cacao arisco; Cacao común; Cacao criollo; Cacao dulce; Cacao silvestre; Cacahua (pano); Cacao muyo (Ecuador); Cacahua caspi (quechua); Cacahuillo; Canga (piro); Cocoa y Chocolate (inglés); Turanqui; Bana torampi (shipibo-conibo); Turanti (conibo); Bakau (aguaruna-huambisa); Cacao y Cacahueiro (portugués); Kakaw (Surinam).
- Nombres comunes en México. Cacao (Rep. Mex.); Bizíaa, Bizoya, Pizoya, Yagabizoya, Yagabisoya, Yagapi-zija (l. zapoteca, Oax); Cacaotero, Cacaocuáhuatl (l. nahuatl); Caco (l. mixe); Cágau (l. Popoluca, Ver); Kahau, Haa (l. maya, Yuc); Cajecua (l. tarasca);

Chudenchú (l. otomí); Ma-micha-moya, Mo-chá (l. chinanteca); Yau (Yuc); Cacao, Cacahuatzaua (l. zoque, Chis).

### **C. Morfología y fisiología del cacao**

#### **a. Árbol**

Es un árbol de tamaño medio, aunque puede llegar a tener 20 m de altura o más, cuando se desarrolla bajo una intensa sombra. Posee un tronco principal recto, de 0,8 a 1,2 m de longitud, donde se desarrolla el primer monillo. La altura es un factor genético muy estable, y se hereda con un par de genes aditivos; en cultivo, se mantiene normalmente entre 4 y 8 metros de altura (Enríquez, 2010).

#### **b. Tallo**

La planta de cacao presenta un tallo glabro o parcialmente pubescente, característica que se presenta en ejes jóvenes. La corteza es oscura, gris-café (Dostert et al., 2011).

#### **c. Hojas**

Las hojas de la planta de cacao son simples, enteras y se observa que son pigmentadas variando mucho la coloración, las cual va de verde hasta rojo. El peciolo normalmente es largo de 7 cm a 9 cm y el tamaño de la hoja varía mucho con respecto a la radiación que es expuesta: entre un exceso de radiación la hoja es más pequeña (Enríquez, 2010).

#### **d. Inflorescencias**

Se encuentran en la base de las hojas, en torno a la cicatriz y a la yema axilar que deja una hoja al madurar y desintegrarse. El pedúnculo mide entre 1 y 3 centímetros de longitud. El cáliz es de forma de gamosépalo, con sépalos de color verdoso con matices de blanco o rosa claro, de 5 a 8 milímetros de longitud y de 1,5 a 2 mm de anchura. La corola es de forma dialipétala, con pétalos de tonalidad amarilla,

glabros, con la parte inferior redondeada, con una longitud que oscila entre seis y nueve milímetros. Los estambres son 10 y de forma circular; cinco estambres fértiles se suceden con cinco estaminodios; todos los estambres se unen en la base formando un tubo. Los estambres fértiles tienen un largo de 2,5 a 3 mm y se encuentran frente a los pétalos; los estaminodios son de color violeta y de 6,5 a 7,5 mm de longitud. El ovario tiene una longitud de dos a tres milímetros, forma angular, levemente pentagonal y pentámero (Enríquez, 2010).

**e. Fruto**

El fruto es una baya grande, denominada por muchos “mazorca”, polimorfa, esférica a fusiforme, con 5 a 10 surcos longitudinales; de color púrpura o amarillento en su madurez, glabra, de 10 hasta 35 cm de largo y con un diámetro aproximado de siete centímetros, con un peso que varía de 200 a 1000 g. El endocarpio es de cuatro a ocho milímetros de grosor, duro y carnoso, y leñoso en estado seco (Dostert et al., 2011).

**f. Semillas**

Las semillas son de color café – rojizas, ovadas, ligeramente comprimidas, de 20 a 50 mm de largo, de 12 a 16 mm de ancho y 7 a 12 mm de grosor (Dostert et al., 2011).

**g. Raíz**

La raíz es pivotante es decir que penetra hacia abajo, crece de 120 cm a 150 cm. Un poco por debajo del cuello de la raíz, nacen raíces secundarias, y el mayor volumen (entre 85 % y 90 %) se encuentra en los primeros 25 cm de profundidad del suelo alrededor del árbol, aproximadamente en la superficie de su propia sombra (Enríquez, 2010).

**h. Grupos Genéticos**

En forma general se conoce que el cacao se divide genéticamente en tres grandes grupos: Criollos, Forasteros y una mezcla entre los dos denominados híbridos Trinitarios (Enríquez, 2010).

- **Criollo**

Este cacao Criollo comprende árboles delgados, con frutos de cubierta delgada y esculpada. En estado inmaduro, la cáscara es de color rojo o verde, tornándose amarilla y anaranjado rojizo en la madurez. Las almendras son gruesas casi redondas, con cotiledones ligeramente pigmentados. Este tipo de cacao requiere de dos a tres días para completar su fermentación, es muy aromático, y comercialmente se enmarca dentro de los llamados cacaos finos (Enríquez, 2010).

- **Forastero**

Es un complejo bastante grande, que aún no se encuentra bien definido y clasificado. Se incluyen todos los llamados cacaos corrientes de Brasil y los cultivados en el oeste africano, los cuales son originarios de la cuenca superior del Amazonas. Las flores de los cacaos Forasteros presentan estaminodios de color violeta y las mazorcas están dotadas de surco y rugosidad notable, aunque en otros casos son lisas y con extremos redondeados (Enríquez, 2010).

- **Trinitario**

Este conjunto es genéticamente muy diverso y morfológicamente muy polimorfo, lo que dificulta su delimitación mediante rasgos compartidos. Botánicamente se refiere a un complejo formado por comunidades híbridas entre los grupos criollos y forasteros, con distintos niveles de cruzamiento, lo que señala el nivel de calidad. Este material ha sido elegido para

identificar la mayoría de las variedades de cacao que se explotan a nivel global (Enríquez, 2010).

#### **D. Cacao peruano**

Perú se destaca como uno de los principales países de origen del cacao, albergando el 60% de las variedades de cacao a nivel global. Nuestro cacao se ha transformado indiscutiblemente en uno de los productos de mayor calidad a nivel mundial en Perú, junto con el café, generando valor añadido en las fábricas de chocolate de excelente calidad.

Se cultiva en la región baja del oeste de los Andes, y en la selva de Perú, a una altitud que oscila entre 300 y 900 metros sobre el nivel del mar. Los departamentos más importantes para el cultivo son Cusco, San Martín, Amazonas, Piura, Ayacucho y Junín, constituyendo el 80% de la producción total del país.

Por otro lado, el Perú ha sido calificado por la Organización Internacional del Cacao (ICCO) como un país en donde se produce y se exporta un cacao fino y de aroma, logrando el 36% de la producción mundial de este tipo (PROMPERU, 2018).

#### **E. Clones**

Según MIDAGRI (2018) los clones son variedades producidas por el hombre, que suelen identificarse con letras y números algunos de los más significativos son:

- ICS – 6. Grupo genético: Trinitario.
- ICS - 95. Grupo genético: Trinitario.
- IMC – 67. Grupo genético: Forastero – AA.
- CCN – 51. Grupo genético: Complejo.
- TSH – 565. Grupo genético: Complejo.
- UF 613. Grupo genético: Trinitario.
- EET 400. Grupo genético: Complejo.

## **F. Condiciones Edafoclimáticas óptimas para el cacao**

### **a. Altitud**

El nivel adecuado para el cultivo se encuentra entre los 0 y 750 msnm, sin embargo, en las zonas tradicionales de producción en la Amazonía, se cultiva en un rango de 150 a 800 msnm (Paredes, 2009).

### **b. Temperatura**

La temperatura óptima de desarrollo del cacao se encuentra alrededor de 23 °C, siendo los límites 26 y 21 °C; cuando son menores a 21 °C casi no hay floración, sin embargo, el cultivo puede crecer en temperatura no menores a 15 °C, pero en estas condiciones, su desarrollo es nulo (Enríquez, 2010). Por otro lado, las temperaturas en las que el cultivo se desarrolla en la Amazonía varían de 23 a 26 °C (Paredes, 2009).

### **c. Suelo**

El cultivo del cacao necesita terrenos ricos, profundos y arcillosos, con un adecuado drenaje y una topografía estable. Se necesita una capa orgánica en el suelo estable (Horizonte Ao) para tener raíces secundarias superficiales (a 25 cm del cuello de la planta), lo que significa que el suelo debe mantener hojarasca y materia orgánica durante todo el año. El pH óptimo oscila entre 6,0 y 6,5, aunque tolera rangos de 4,5 hasta 8,5, donde la producción es decadente (Enríquez, 2010).

### **d. Precipitación**

La cantidad de lluvia anual que satisface las necesidades del cultivo oscila entre 1500 mm y 2500 mm anuales en las zonas bajas cálidas, y de 1200 mm a 1500 mm anuales en las zonas más frescas o valles altos (Enriquez, 2010); No obstante, las precipitaciones en la Amazonía se encuentran en un rango de 2500 a 3500 mm anuales,

pero al presentar suelos drenados, se vuelven rangos satisfactorios para el cultivo (Paredes, 2009).

**e. Humedad relativa**

El cacao requiere una humedad relativa cerca del 80%. La apertura de las estomas en las hojas de cacao está vinculada con la humedad relativa del aire (HR): las 8 estomas permanecen más abiertas en condiciones de humedad superior a la inferior. Sin embargo, probablemente debido a una alta transpiración cuticular, el cierre de la estoma no siempre controla de manera eficiente la pérdida de agua (García et al., 2015)

**f. Luminosidad**

El cacao cuando es joven requiere de una sombra relativamente densa que permita el paso del 30 a 50 % de la luminosidad total recibida en el sitio. Este factor tiene un impacto regulador en la temperatura del suelo que, si se incrementa más allá de 38 °C, deprime la actividad de los microorganismos, actuando en contra de la absorción de radicales en los pelos y 11 acelerando la pérdida de humedad. Ha medida que crece la planta, es recomendable reducir progresivamente la sombra para permitir el paso del 70 % de la luminosidad, o más, si se trata de plantaciones sembradas con alta densidad (Enríquez, 2010).

**g. Sombra en cacao**

La influencia directa de la luz es esencial para iniciar la fotosíntesis, proceso a través del cual la planta, a través de sus hojas, produce sus compuestos nutritivos en presencia de luz solar, agua y nutrientes que extrae del suelo. En una plantación sin sombra, la fotosíntesis es mucho más intensa que en una con sombra (Enríquez, 2010).

El cacao es una especie que se caracteriza por ser penumbral o umbrófila (amante de la sombra). Sin embargo, para obtener los

máximos rendimientos por unidad de área, se requiere de una sombra equilibrada cuyo porcentaje a manejar está en relación con la fertilidad del suelo (Dostert et al., 2011).

La investigación experimental muestra que cuando se planta el cacao en terrenos de alta fertilidad, necesita menos sombra para su desarrollo y producción. En cambio, en terrenos con escasa fertilidad, el cacao necesita más sombra. En ambas situaciones, la presencia de agua para el cultivo es esencial. En un suelo de fertilidad pobre o marginal, con períodos de sequía prolongada, el exceso de luz puede afectar el rendimiento en forma negativa, debido a que la planta es exigida a través del proceso fotosintético a elaborar más alimentos, sin disponer de las condiciones para ello (nutrientes y humedad); además, se provoca el estrés en la planta por causa de la deshidratación y la acción quemante del sol sobre las hojas, por causa de las altas temperaturas que caracterizan los períodos de verano en el trópico (Detlefsen, 2015).

Para la determinación del nivel óptimo de sombra se establece una escala de calificación de cuatro niveles: a) sin sombra, b) poca sombra, c) sombra media y d) mucha sombra, que resulta de ayuda al momento de definir el tipo de sombra que se debe establecer en función de las condiciones y características de las plantas de cacao (edad, espaciamiento, manejo de podas, fenología) y de las condiciones del sitio (pendiente, exposición, latitud, fertilidad del suelo) (Sánchez, 2017).

La sombra cumple muchas funciones en el ambiente, a más de proteger a la planta de cacao: protege al suelo en periodos prolongados de sequía, ayuda a defender al suelo de procesos dañinos de la erosión al detener las gotas de lluvia de un impacto directo al suelo, y de los

procesos de lixiviación, contribuye directamente a incrementar la materia orgánica en la superficie del suelo y por lo tanto al reciclamiento de los nutrientes, previene la pérdida directa del agua del suelo por medio de la protección a los rayos directos del sol, perseverando en forma más eficiente la vida biológica del suelo, como microorganismos, insectos, etc. (Sánchez, 2017).

- h.** La experiencia en Brasil mostró que al ralea parcialmente la sombra en 150000 ha, se disminuyó el número de árboles por hectárea de 80 a 25 o de 100 a 25, y se aumentó el abonado mineral y otros cuidados culturales, hubo un aumento significativo de la producción, aunque fue necesario incrementar paulatinamente todos los tratamientos de fertilización y combate de plagas con altos costos. La interacción de la luz con fertilidad es importante ya que, bajo una sombra intensa, una fertilización alta no aumenta mucho la producción; en cambio, con un sombreado ligero, el aumento de la fertilización incrementa considerablemente los rendimientos. Por lo tanto, en cada lugar se hace necesario encontrar la relación óptima de estos factores, considerando siempre el factor agua como importantes y la preservación del ambiente. Los efectos y beneficios de la sombra al iniciar la plantación consisten principalmente en reducir la exposición a la luz solar y al movimiento del aire que puede perjudicar a las plantas de cacao. El cacao requiere de una sombra adecuada para evitar daños y lograr un buen desarrollo inicial, la sombra puede ser de tipo temporal durante los primeros años de la plantación temporal o permanente (Detlefsen, 2015).

### **Fertilización**

Los fertilizantes son todas aquellas sustancias que son suministradas al suelo o a la planta, para mejorar la fertilidad con el objetivo de obtener altos

rendimientos productivos agrícolas, por su composición química todos los fertilizantes se dividen en Inorgánicos (minerales) y orgánicos (abonos) (Herrera, 2009)

Los fertilizantes agrícolas aportan los nutrientes que necesitan las plantas, especialmente los tres elementos químicos que necesitan las plantas (fertilizantes NPK: nitrógeno, fósforo y potasio), pero muchos fertilizantes contienen micronutrientes como hierro, cobre y zinc. Se ha demostrado que es esencial para la buena salud de las plantas y es cada vez más importante. La aplicación de fertilizantes evita la falta de nutrientes en las plantas, potencia la salud y mejora la cantidad y calidad de los alimentos. Además, estos pesticidas mejoran la fertilidad del suelo y ayudan a que crezcan plantas más fuertes y sanas (Zschimmer & Schwarz, 2021)

#### **A. Tipos de fertilizantes**

Hay muchos tipos diferentes de fertilizantes agrícolas, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. Entre las variedades actuales, estos son los tipos de fertilizantes más demandados.

- **Fertilizantes químicos:** La mayor ventaja de usar fertilizantes químicos en la agricultura son los resultados muy rápidos. Mejoran visiblemente la salud de las plantas y aumentan la producción vegetal. Sin embargo, debe usarlos de manera efectiva. En este sentido, las innovaciones y los avances tecnológicos en la industria química han mejorado significativamente la aplicación de fertilizantes químicos (Zschimmer & Schwarz, 2021).
- **Fertilizantes orgánicos:** También conocido como abono, proviene de animales o vegetales. El inconveniente de los abonos orgánicos radica en que los nutrientes son menos solubles y las plantas necesitan más tiempo para asimilarlos. En cambio, el beneficio principal radica en que la aplicación de abonos orgánicos mejora las condiciones del terreno y

potencia la retención de agua y nutrientes. Por esta razón, se emplea principalmente en la agricultura sustentable. Los fertilizantes orgánicos incluyen compost, compost y abono verde (Zschimmer & Schwarz, 2021).

- **Biofertilizantes:** Término general para los fertilizantes vegetales en los que viven microorganismos. Al igual que los abonos orgánicos, también se utiliza en la agricultura ecológica porque es muy respetuoso con el medio ambiente (Zschimmer & Schwarz, 2021).
- **Bioestimulantes:** También incluyen microorganismos. La diferencia respecto a los biofertilizantes es que en este caso los microorganismos no se utilizan como nutriente sino para estimular el crecimiento de las plantas (Zschimmer & Schwarz, 2021).

## **B. Modos de aplicación de fertilizantes**

- **Fertilizante de raíces o suelo:** Este tipo de fertilizante se aplica en la base de la planta y puede usarse directamente o diluido con agua. De esta forma, los nutrientes son absorbidos muy rápidamente por la planta porque están cerca de las raíces (Zschimmer & Schwarz, 2021).
- **Fertilizante foliar:** Fertilizante líquido que se diluye con agua y se aplica a las hojas de las plantas por asperjación. Además, las hojas absorben los nutrientes muy rápidamente, por lo que los resultados no tardan mucho tiempo y su efecto se nota rápidamente. Los parámetros de tensión superficial y evaporación son claves para garantizar la correcta absorción de los nutrientes por parte de la planta (Zschimmer & Schwarz, 2021).
- **Fertirrigación:** En este caso, los fertilizantes se disuelven en el agua de riego para que los nutrientes se distribuyan por todo el terreno (Zschimmer & Schwarz, 2021).

## **C. Macronutrientes minerales**

Los macronutrientes minerales representan un 5 a 7 % de la materia seca de la planta. Su importancia es vital para las plantas, aunque se requieran en grandes y pequeñas cantidades. Se encuentran divididos en 2 grupos según la disponibilidad en el suelo, y la demanda de la planta. El primer grupo les corresponde a los macronutrientes principales (N, P, K). Les sigue un segundo grupo, los macronutrientes secundarios ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y S) (Mengel y Kirbky, 2002).

La absorción de nitrógeno se realiza bajo la forma de  $\text{NO}_3^-$  o  $\text{NH}_4^+$ , siendo el nitrógeno (N) el nutriente que se necesita con más regularidad y en cantidades superiores a otras sustancias para la elaboración de ají escabeche. Es un elemento esencial para el desarrollo del follaje y de la fotosíntesis (Dong et al., 2010)

El fósforo (P) es absorbido como ión  $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ , es un importante macronutriente de las plantas, está involucrado en el control de las reacciones enzimáticas y es clave en la regulación de las vías metabólicas. Asimismo, es un constituyente de nucleótidos, fosfolípidos y compuestos de fosfato de alta energía utilizados para transferir energía (Pallardy, 2008). El P se produce en formas orgánicas e inorgánicas en las plantas y es probablemente transportada en ambas formas (Bustan et al., 2013).

El potasio (K) es uno de los nutrientes fundamentales para las plantas, y juega un papel crucial en la regulación de la productividad de los cultivos y la calidad del rendimiento. Es el catión más abundante en los cultivos, aunque no forma parte de ningún compuesto orgánico, el K ha sido implicado en más de 60 reacciones enzimáticas, donde participa en muchos procesos fisiológicos esenciales tales como: la síntesis de proteínas, almidón, celulosa, y vitaminas, así también, en la absorción y en el transporte de nutrientes, la translocación de carbohidratos, confiere resistencia al estrés abiótico y biótico, en la mejora de la calidad de los

cultivos, en los procesos de osmorregulación, expansión celular, la regulación estomática, en la activación de enzimas (Cochrane y Cochrane, 2009).

#### **D. Micronutrientes minerales**

En la agricultura, el término "micronutriente" se emplea para referirse a aquellos componentes vitales para los cultivos, que se manifiestan en niveles extremadamente bajos en los terrenos y tejidos de las plantas. Hasta el momento se ha demostrado la esencialidad de siete elementos en todas las especies vegetales: boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn) (Ferraris, 2011).

##### **Fertilizantes de algas marinas**

Son productos obtenidos de la extracción química o física de algas marinas. Asimismo, son consideradas como activadores biológicos y bioestimulantes orgánicos y lo más adecuado es la utilización de más de un alga, para aumentar el contenido de nutrientes, y a la vez su disponibilidad para una rápida asimilación durante el desarrollo de las plantas. Se ha reportado que, al aplicar extractos de algas marinas al follaje, las enzimas que contienen refuerzan en las plantas sus defensas, su nutrición y su fisiología, aportando más resistencia a estrés, más nutrición y vigor. Asimismo, se ha citado que los extractos de algas al aplicarlos vía suelo y foliar, fijan nitrógeno del aire, lo que ayuda a proporcionar más nutrición y vigor a los cultivos. En las porciones de algas expuestas a la luz, existen células con cloroplastos, que son los órganos especializados en llevar a cabo la fotosíntesis. Cosme (2016) citado por Espinoza (2022).

Maila (2018), afirma que, las algas marinas son ricas en citoquininas y auxinas fitorreguladores los cuales se involucran en el crecimiento y la congregación de nutrientes en los órganos de la planta, estas algas viven en el agua o en ambientes húmedos, lo que les permite multiplicarse. En

contraposición, funcionan como excelentes acondicionadores del suelo, proporcionando vitaminas, proteínas, lípidos, carotenoides y clorofila. Además, pueden contribuir a la purificación de aguas residuales, que están contaminadas con fertilizantes o metales pesados, debido a su elevado contenido de fibra. Además, se utilizan como fertilizantes debido a su elevado contenido en minerales.

#### **A. Funciones de las algas marinas**

Según Infoagro (2012), asegura que las algas marinas potencian las plantas y optimizan el suelo, dado que las algas poseen características superiores a las de los fertilizantes agrícolas, debido a que liberan el nitrógeno de manera más pausada. Además, incrementa significativamente el crecimiento vegetal, centrado en potenciar la actividad enzimática del cultivo mediante la generación de fitohormonas, mejorando el rendimiento y la calidad de las cosechas. Por ende, a medida que esta práctica se propague, se reemplazará la utilización de productos químicos por orgánicos, lo que favorece la agricultura sustentable. Además, las algas son abundantes en microelementos que contribuyen y aportan un incremento en la producción.

#### **B. Importancia de las algas marinas en la agricultura**

De acuerdo con Infoagro (2012), afirma que al vincular las algas con la agricultura se puede asegurar una buena calidad, rendimiento y producción en los productos y por ende esto es de gran importancia dentro de la economía del agricultor. Por otra parte, se realizó estudios en una universidad chilena la cual manifiesta que la vinculación de las algas en la agricultura es de suma importancia. De acuerdo a estos estudios, al aplicar algas o sus derivados al suelo, las enzimas provocan o activan reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas las mismas que son reversibles.

#### **C. Utilización de las algas marinas como fertilizantes**

La utilización de algas marinas como fertilizante en los cultivos tiende a incrementar el rendimiento, ya que diversos formulados a base de estas contienen efectos bioestimulantes e insectífugos, siendo estos convenientes para la agricultura ecológica. Algunos de estos compuestos se los puede aplicar directamente a las plantas mediante el método de fumigación o con la aplicación directa al suelo, a través del riego en la raíz o cerca de estas. Cabe recalcar que estudios científicos revelan que estos productos pueden ser muy efectivos y que en la actualidad tienen una gran aceptación agrícola. (Infoagro, 2012)

Además, los fertilizantes a base algas marinas mejoran y estimulan el crecimiento de raíces y brotes de la planta. Así como, pueden aumentar la resistencia al estrés sea este biótico o abiótico, de esta forma se previene posibles daños a la planta ocasionados por la acción del estrés ambiental, a través de la generación de radicales libres en las células. (Montenegro, 2016)

Los extractos de algas marinas contienen fitohormonas, las causantes de causar efectos estimulantes en el desarrollo de las plantas, en su mayor parte debido la presencia de las auxinas y citoquininas. Se menciona que las citoquininas estimulan la división celular, el esparcimiento foliar, causan el macollamiento e incrementan la eficacia fotosintética en situaciones de estrés biótico o abiótico. (Montenegro, 2016)

#### **D. Formas de aplicación de las algas marinas**

Los fertilizantes a base de extractos de algas marinas pueden ser aplicados a los 20, 30 y hasta 45 días posteriores a la siembra, puede efectuarse al suelo por medio del riego a goteo, directo a las raíces o cerca de ellas, también se los puede aplicar directamente a las plantas. (Montenegro, 2016)

De acuerdo con la Fundación Catedra Iberoamérica (2012), argumenta que la aplicación de fertilizantes obtenidos de algas marinas genera los siguientes efectos en el suelo: corrección de la escasez de minerales (macro: Ca y K y todos los oligoelementos), corrección de la acidez, funciona como un estabilizador estructural, evita la erosión del suelo, suministra macronutrientes y micronutrientes, incrementa la capacidad de campo y, además, es un excelente reductor de la salinidad en el suelo, otorgándole a la planta la adecuada protección para un correcto desarrollo.

### **2.3. Definición de términos básicos**

- Planta patrón: El portainjerto, también conocido como patrón o pie, es la planta donde se realiza el injerto. En general, tanto el portainjerto como el injerto conforman un nuevo organismo bímembre, al que el portainjerto proporciona la sección basal que comprende el sistema radical y al menos una porción de tallo, ya sea lignificado (tronco) o sin él.
- Cacao: El cacao es un árbol originario de América que da lugar a un fruto del mismo nombre que puede emplearse como componente en diversos alimentos, sobresaliendo el chocolate. Su aplicación tiene sus raíces en la era de los mayas, aztecas e incas, y desde ese momento se ha empleado tanto para propósitos nutricionales como de medicina.
- Variedad Forastero: Es una especie de cultivo de cacao cuyos granos se emplean en la elaboración de chocolate. Sucede en América Central y del Sur, constituye aproximadamente el 80% de la producción global de cacao. Normalmente tienen un tamaño y robustez superior a los de otras variedades de cacao, como el Criollo y Trinitario. Principalmente se desarrollan en África Occidental, Sudamérica y el Sudeste de Asia. Se percibe como menos sutil y complejo en términos de sabor que otras especies, no obstante, debido a su vigor, su capacidad para resistir enfermedades y su alta productividad, continúa siendo muy valorado por los productores y representa la mayoría del cacao empleado en la industria del chocolate.

- Producción: Desde el punto de vista económico, la producción se refiere a la actividad que genera valor añadido mediante la generación y provisión de bienes y servicios. En otras palabras, implica la generación de productos o servicios y, simultáneamente, la generación de valor.
- Fertilización: Se trata de suministrar a las plantas nutrientes accesibles a través de fertilizantes químicos.
- Algas marinas: Este término engloba una amplia gama de organismos, ya sean unicelulares o pluricelulares, provenientes de entornos acuáticos o húmedos, que comparten la característica de ser fotosintéticos. En el sector agrícola, las macroalgas y las fanerógamas marinas se han empleado durante siglos como fertilizante verde (o semi compostado) en prácticamente todas las áreas agrícolas costeras y, principalmente, en las zonas isleñas.
- Vivero: Es un sitio donde se cultivan las plantas con el objetivo de comercializarlas. En estos lugares es habitual hallar plantas, árboles y otros artículos vinculados a la jardinería; ya que en este lugar se cultivan y conservan estas especies vegetales hasta que están preparadas para ser comercializadas. Además de su rol comercial, pueden desempeñar un papel crucial en la preservación de especies vegetales, cultivando plantas autóctonas o endémicas, o ciertas especies poco comunes que requieren protección para su preservación y uso en la recuperación de hábitats naturales.

## **2.4. Formulación de la hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

- Las algas marinas afectan las características agronómicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero Pangoa, Satipo.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Al menos una de las dosis de las algas marinas tiene mejor efecto en la fase de crecimiento foliar en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad

Forastero en la producción de plántones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo.

- Al menos una de las dosis de las algas marinas tiene mejor efecto en la fase de crecimiento radicular en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo.
- Cada dosis de las algas marinas muestra un efecto particular en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo.

## 2.5. Identificación de variables

### Variable independiente

- Algas marinas

### Variable dependiente

- Producción de plántones patrón de cacao

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Dimensión	Indicador
<b>Independiente:</b> Algas marinas	Dosis	T1: 0 (Testigo)
		T2: 1 L/200 L agua
		T3: 2 L/200 L agua
		T4: 3 L/200 L agua
<b>Dependiente:</b> Producción de plántones patrón de cacao.	Altura de planta	cm
	Grosor de tallo	mm
	Número de hojas	Unid.
	Longitud de hoja	cm
	Ancho de hoja	cm
	Longitud de raíz	cm
	Grosor de raíz	mm

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

El proyecto de investigación se clasifica según el propósito como aplicada.

#### 3.2. Nivel de investigación

El trabajo de investigación pertenece al nivel de investigación experimental.

#### 3.3. Método de investigación

En esta investigación se utilizó el método deductivo como método de investigación.

#### 3.4. Diseño de investigación

El diseño experimental utilizado en el desarrollo del proyecto de investigación fue el diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos más un testigo y 4 repeticiones por tratamiento.

#### **Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$  = Es una observación cualquiera

$\mu$  = Media poblacional

$t_i$  = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental.

### Análisis de variancia

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_{cal}$	$F_{tab}$		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos							
Error							
Total							
S=		$\bar{x}$ =		C.V.=		%	

Para la clasificación de los tratamientos se aplicó la prueba de significación de Duncan con  $\alpha = 0.05$ .

### Tratamientos experimentales

Clave	Fertilizante de algas marinas (% v/v)	L (P.C.) en 200 L*
T1	Sin aplicación	0.0
T2	0.50	1.0
T3	1.00	2.0
T4	1.50	3.0

%v/v: % volumen/volumen

\*L (Producto Comercial) por cilindro de 200 L.

### Croquis de campo

I	T1	T3	T2	T4
II	T4	T2	T1	T3
III	T2	T4	T3	T1
IV	T3	T1	T4	T2

### **3.5. Población y muestra**

#### **Población**

Cada unidad experimental estuvo constituida por 20 plantas de cacao variedad Forastero embolsadas por unidad experimental, haciendo un total de 320 plantas de cacao, que fueron instaladas en vivero para su evaluación.

#### **Muestra**

En cada unidad experimental la muestra estuvo constituida por 5 plantas de cacao variedad forastero embolsadas por unidad experimental haciendo un total de 80 plantas de cacao.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La principal técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue la observación, que consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la realidad que se estudia y el principal instrumento de recolección de datos que se utilizó fueron las fichas de colección y registro de datos.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación, se realizaron mediante el análisis de varianza de los datos. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico SPSS Ver. 26, y los estadísticos que nos permitieron inferir la población fueron: la Media, la Varianza, la Desviación estándar y el Coeficiente de variabilidad.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

Para comparar los promedios de los tratamientos recurrimos al análisis de varianza y su estadístico F para realizar la prueba de hipótesis, asimismo, se aplicó la prueba de significación de Duncan (5%) para poder clasificar a los promedios de los tratamientos. para los datos obtenidos por contadas se realizará la transformación utilizando:  $\sqrt{x}$

### **3.9. Orientación ética**

En el desarrollo del trabajo de investigación se tuvo en cuenta en la práctica los principios de la ética del investigador, principios que nos permitieron consolidar el progreso del conocimiento y la comprensión y progreso del estatus de nuestra sociedad. Por lo tanto, se puede afirmar que los hallazgos de este estudio serán de utilidad para otros trabajos parecidos y aportarán al conocimiento en la producción de plántones de cacao patrón Forastero, las cuales los agricultores podrán utilizar para aumentar o sostener los niveles de producción y ingresos para sus familias. Estoy convencido de que lo evidenciado en este documento corresponde a las evaluaciones efectuadas en el vivero.

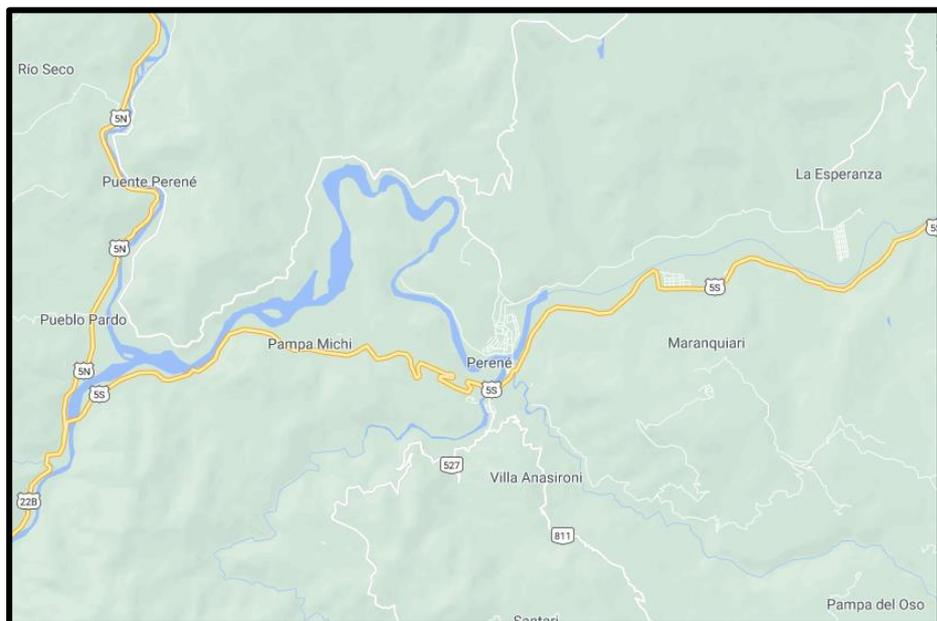
## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se desarrolló en el Fundo Huaraca, ubicado en el distrito de Pangoa, de la provincia de Satipo.



##### A. Ubicación política

- Región : Junín
- Provincia : Satipo

- Distrito : San Martín de Pangoa
- Lugar : Fundo Huaraca

#### **B. Ubicación geográfica**

- Latitud sur : -10.95537
- Longitud oeste : -75.22867
- Altitud : de 121 m.s.n.m.

#### **Materiales y equipos**

##### **Materiales de campo**

- Tablero
- Fichas de datos
- Tijera de podar
- Chafle o machete
- Cutter
- Cinta métrica
- Baldes
- Cordel
- Bolsas
- Guantes de jardinería

##### **Materiales de escritorio**

- Libreta de campo
- Lápiz
- Reglas
- Lapiceros
- Papel bond 75 gr.
- Resaltador
- USB
- Plumón indeleble
- Tijeras

### **Equipos**

- Computadora
- Cámara digital
- Balanza
- Mochila asperjadora
- Vernier digital

### **Insumos**

- Algas marinas

### **Descripción de los tratamientos**

No.	Tratamiento	Descripción de la conformación de los tratamientos
1	T1	Sin aplicación (testigo)
2	T2	1 L/200 L agua
3	T3	2 L/200 L agua
4	T4	3 L/200 L agua

### **Evaluación de las variables**

Las evaluaciones se realizaron en una sola oportunidad a los 50 días (según el Ministerio de Agricultura, Programa para el desarrollo de la Amazonía – PROAMAZONIA – Manual del cultivo del cacao), las variables evaluadas fueron:

- Altura de planta (cm).- Se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice de la misma.
- Grosor de tallo (mm).- Se midió a una altura de 5 cm desde el cuello de la planta.
- Número de hojas (unid).- Se contabilizó en número de hojas por planta.

- Longitud de hoja (cm).- Se midió la longitud de la hoja siguiendo como base la nervadura central.
- Ancho de hoja (cm).- Se midió el ancho de la hoja justo a la mitad de la hoja.
- Longitud de raíz (cm).- Se midió la longitud de la raíz desde el cuello de la planta hasta el ápice de la raíz.
- Grosor de raíz (mm).- Se midió el grosor de la raíz principal a una distancia de 5 cm del cuello de la planta.

### **Procedimiento y conducción del experimento**

Las siguientes actividades fueron realizadas en el desarrollo de la investigación:

#### **A. Acondicionamiento del área de trabajo**

El lugar diseñado para la ubicación de la investigación estaba repleto de vegetación, ramas y troncos pequeños, por lo que primero se requirió talar toda la zona y posteriormente realizar el desyerbo.

**B.** Tras la limpieza del espacio asignado, se llevó a cabo la edificación del vivero empleando bambú, hilo de construcción y malla Russell para proteger el **espacio**.

#### **C. Delimitación del área**

Tras la edificación de la cubierta, se establecieron los espacios de labor, que incluían un espacio para la preparación del sustrato, otro para la germinación de las semillas y un espacio central donde se situaron los tratamientos.

#### **D. Instalación de las unidades experimentales**

Se prepararon las plantas de cacao variedad forastero en bolsas de polietileno con un solo tipo de sustrato para todo el experimento, de tal forma que solo se evaluó el efecto del fertilizante a base de algas marinas en el desarrollo de las plantas en vivero. Las bolsas de polietileno que se utilizaron fueron de color negro, espesor de 0.1 milímetros, 20 centímetros

de largo, con perforaciones que permitieron un excelente drenaje. El sustrato utilizado consistió de tres partes de tierra agrícola cernida y una parte de arena lavada de río. Las bolsas fueron ubicadas en el vivero de acuerdo al croquis de campo planteado y el diseño estadístico escogido para el presente trabajo de investigación.

#### E. Evaluación

Se registraron las evaluaciones de las variables en la hoja de datos, dejándolas organizadas y preparadas para su procesamiento.

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

##### Altura de planta

**Tabla 1.** Análisis de varianza para la variable altura de planta

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento:	3	1488.14	496.047	598.499	3.490	5.953	**
Error	12	9.95	0.829				
Total	15	1498.09					
		S = 0.91	$\bar{x}$ = 38.50	C.V. = 2.36 %			

En la tabla 01, análisis de varianza para la variable altura de planta, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 2.36% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que la variable altura de planta dentro de cada tratamiento es muy homogénea, con un promedio de 38.50 cm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de algas marinas tienen un efecto diferente sobre la variable altura de planta.

**Tabla 2.** Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para altura de planta.

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T4	49.08	a	a
2	T3	46.71	b	b
3	T2	31.96	c	c
4	T1	26.26	d	d

En la tabla 2, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable altura de planta, se observa la presencia de 4 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T4 (3 L/200 L agua) que ocupa el primer puesto con un promedio en la altura de planta de 49.08 cm.; la categoría “b” conformada por el tratamiento T3 (2 L/200 L agua) que ocupa el segundo puesto con un promedio en la altura de planta de 46.71 cm.; la categoría “c” conformada por el tratamiento T2 (1 L/200 L agua) que ocupa el penúltimo puesto con un promedio en la altura de planta de 31.96 cm.; y la categoría “d” conformada por el tratamiento T1 (Sin aplicación) que ocupa el último puesto con un promedio en la altura de planta de 26.26 cm.

### Grosor de tallo

**Tabla 3.** Análisis de varianza para la variable grosor de tallo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_{cal}$	$F_{tab}$		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento:	3	3.18	1.062	224.856	3.490	5.953	**
Error	12	0.06	0.005				
Total	15	3.24					
		$S = 0.07$	$\bar{x} = 5.42$	$C.V. = 1.27 \%$			

En la tabla 3, análisis de varianza para la variable grosor de tallo, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 1.27% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que la variable grosor de tallo dentro de cada tratamiento es muy homogénea, con un promedio de 5.42 mm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de algas marinas tienen un efecto diferente sobre la variable grosor de tallo.

**Tabla 4.** Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para grosor de tallo

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T4	5.70	a	a
2	T3	5.69	a	a
3	T2	5.65	a	a
4	T1	4.65	b	b

En la tabla 4, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable grosor de tallo, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T4 (3 L/200 L agua) con un promedio en el grosor de tallo de 5.70 mm; el tratamiento T3 (2 L/200 L agua) con un promedio en el grosor de tallo de 5.69 mm; y el tratamiento T2 (1 L/200 L agua) con un promedio en el grosor de tallo de 5.65 mm, los que ocupan el primer puesto; y la categoría “b” conformada por el tratamiento T1 (Sin aplicación) que ocupa el último puesto con un promedio en el grosor de tallo de 4.65 mm.

#### Número de hojas

**Tabla 5.** Análisis de varianza para la variable número de hojas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento:	3	0.91	0.304	42.951	3.490	5.953	**
Error	12	0.08	0.007				
Total	15	1.00					
		S = 0.08	$\bar{x} = 4.21$	C.V. = 2.00 %			

En la tabla 5, análisis de varianza para la variable número de hojas, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 2.00% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de hojas, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 4.21 (xx).

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de algas marinas tienen un efecto diferente sobre la variable número de hojas.

**Tabla 6.** Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para número de hojas

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T3	4.41	a	a
2	T4	4.37	a b	a
3	T2	4.24	b	a
4	T1	3.81	c	b

En la tabla 6, prueba de significación de Duncan al 5% para la variable número de hojas, se observa la presencia de 4 categorías, la categoría "a" conformada por el tratamiento T3 (2 L/200 L agua) con un promedio en el número de hojas de 4.41 (xx) el cual ocupa el primer puesto; la categoría "ab" conformada por el tratamiento T4 (3 L/200 L agua) con un promedio en el

número de hojas de 4.37 (xx) el cual ocupa el segundo puesto; la categoría “b” conformada por el tratamiento T2 (1 L/200 L agua) con un promedio en el número de hojas de 4.24 (xx) el cual ocupa el penúltimo puesto; y la categoría “c” conformada por el tratamiento T1 (Sin aplicación) que ocupa el último puesto con un promedio en el número de hojas de 3.81 (xx). En contraste, la prueba de significación de Tukey al 5% para la variable número de hojas, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3 (2 L/200 L agua) con un promedio de 4.41 (xx), el tratamiento T4 (3 L/200 L agua) con un promedio de 4.37 (xx) y el tratamiento T2 (1 L/200 L agua) con un promedio en el número de hojas de 4.24 (xx), los cuales ocupan el primer puesto; y la categoría “b” conformada por el tratamiento T1 (Sin aplicación) que ocupa el último puesto con un promedio en el número de hojas de 3.81 (xx).

### Longitud de hoja

**Tabla 7.** Análisis de varianza para la variable longitud de hoja

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento:	3	236.03	78.676	231.433	3.490	5.953	**
Error	12	4.08	0.340				
Total	15	240.11					
		S = 0.58	$\bar{x} = 23.05$	C.V. = 2.53 %			

En la tabla 7, análisis de varianza para la variable longitud de hojas, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 2.53% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que la longitud de hojas, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 23.05 cm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de algas marinas tienen un efecto diferente sobre la variable longitud de hojas.

**Tabla 8.** Prueba de significación de Duncan al 5% para longitud de hoja

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T3	25.55	a	a
2	T4	25.38	a	a
3	T2	24.85	a	a
4	T1	16.41	b	b

En la tabla 8, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable longitud de hojas, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3 (2 L/200 L agua) con un promedio de 25.55 cm, el tratamiento T4 (3 L/200 L agua) con un promedio de 25.38 cm y el tratamiento T2 (1 L/200 L agua) con un promedio en la longitud de hojas de 24.85 cm, los cuales ocupan el primer puesto; y la categoría “b” conformada por el tratamiento T1 (Sin aplicación) que ocupa el último puesto con un promedio en la longitud de hojas de 16.41 cm.

### Ancho de hoja

**Tabla 9.** Análisis de varianza para la variable ancho de hoja

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento:	3	18.29	6.096	125.228	3.490	5.953	**
Error	12	0.58	0.049				
Total	15	18.87					
		S = 0.22	$\bar{x}$ = 6.02	C.V. = 3.66 %			

En la tabla 9, análisis de varianza para la variable ancho de hojas, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 3.66% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que el ancho de

hojas, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 6.02 cm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de algas marinas tienen un efecto diferente sobre la variable ancho de hojas.

**Tabla 10.** Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para ancho de hoja

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T3	6.75	a	a
2	T4	6.60	a	a
3	T2	6.57	a	a
4	T1	4.18	b	b

En la tabla 10, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable ancho de hojas, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3 (2 L/200 L agua) con un promedio de 6.75 cm, el tratamiento T4 (3 L/200 L agua) con un promedio de 6.60 cm y el tratamiento T2 (1 L/200 L agua) con un promedio en el ancho de hojas de 6.57 cm, los cuales ocupan el primer puesto; y la categoría “b” conformada por el tratamiento T1 (Sin aplicación) que ocupa el último puesto con un promedio en el ancho de hojas de 4.18 cm.

### Longitud de raíz

**Tabla 11.** Análisis de varianza para la variable longitud de raíz

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_{cal}$	$F_{tab}$		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento:	3	376.47	125.489	124.968	3.490	5.953	**
Error	12	12.05	1.004				
Total	15	388.52					
		$S = 1.00$	$\bar{x} = 22.34$	$C.V. = 4.49 \%$			

En la tabla 11, análisis de varianza para la variable longitud de raíz, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 4.49% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que la longitud de raíz, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 22.34 cm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de algas marinas tienen un efecto diferente sobre la variable longitud de raíz.

**Tabla 12.** Prueba de significación de Duncan al 5% para longitud de raíz

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T4	27.25	a	a
2	T3	25.50	a	a
3	T2	22.00	a	a
4	T1	14.60	b	b

En la tabla 12, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable longitud de raíz, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T4 (3 L/200 L agua) con un promedio de 27.25 cm, el tratamiento T3 (2 L/200 L agua) con un promedio de 25.50 cm y el tratamiento T2 (1 L/200 L agua) con un promedio en la longitud de raíz de 22.00 cm, los cuales ocupan el primer puesto; y la categoría “b” conformada por el tratamiento T1 (Sin aplicación) que ocupa el último puesto con un promedio en la longitud de raíz de 14.60 cm.

### Grosor de raíz

**Tabla 13.** Análisis de varianza para la variable grosor de raíz

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento:	3	2.93	0.977	19.225	3.490	5.953	**
Error	12	0.61	0.051				
Total	15	3.54					
		S = 0.23	$\bar{x}$ = 4.31	C.V.= 5.23 %			

En la tabla 13, análisis de varianza para la variable grosor de raíz, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 5.23% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que el grosor de raíz, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 4.31 mm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de algas marinas tienen un efecto diferente sobre la variable grosor de raíz.

**Tabla 14.** Prueba de significación de Duncan al 5% para grosor de raíz

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T3	4.59	a	a
2	T2	4.59	a	a
3	T4	4.48	a	a
4	T1	3.57	b	b

En la tabla 14, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable grosor de raíz, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3 (2 L/200 L agua) con un promedio de 4.59 mm, el tratamiento T2 (1 L/200 L agua) con un promedio de 4.59 mm y el tratamiento T4 (3 L/200 L agua) con un promedio en el grosor de raíz de 4.48 cm, los cuales ocupan el primer puesto; y la categoría “b” conformada por el

tratamiento T1 (Sin aplicación) que ocupa el último puesto con un promedio en el grosor de raíz de 3.57 mm.

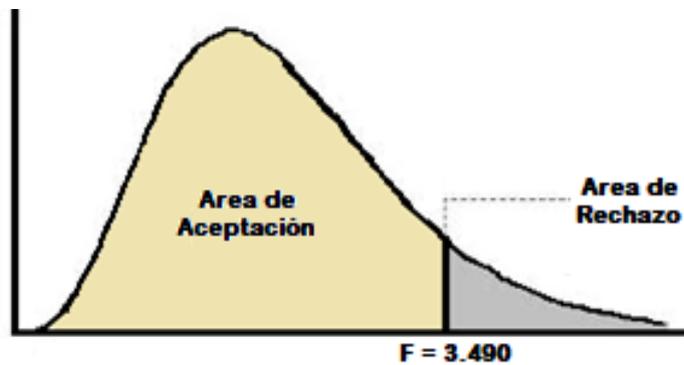
#### 4.3. Prueba de hipótesis

El planteamiento de la hipótesis estadística es:

**Ho:** Todas las medias de los tratamientos son mayores o igual que la  $f$  tabulada

**Ha:** Al menos una media de un tratamiento es menor que la  $f$  tabulada

Regla de decisión:



Si  $f_{cal} \leq 3.490$ , se acepta la  $H_0$ , y se rechaza la  $H_a$

Si  $f_{cal} > 3.490$ , se rechaza la  $H_0$ , y se acepta la  $H_a$

Evaluación	$f_{cal}$	$f_{tab}$	Decisión
Altura de planta	598.499	3.490	Se rechaza la $H_0$
Grosor de tallo	224.865	3.490	Se rechaza la $H_0$
Número de hojas	42.951	3.490	Se rechaza la $H_0$
Longitud de hoja	231.433	3.490	Se rechaza la $H_0$
Ancho de hoja	125.228	3.490	Se rechaza la $H_0$
Longitud de raíz	124.968	3.490	Se rechaza la $H_0$
Grosor de raíz	19.225	3.490	Se rechaza la $H_0$

#### 4.4. Discusión de resultados

El Análisis de Varianza para las variables evaluadas en todas las evaluaciones muestran que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa, esto nos indica que las diferentes dosis de algas marinas presentan diferencia en su efecto sobre las características agronómicas del cacao Variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero bajo condiciones de Pangoa, Satipo.

Para las variables evaluadas las pruebas de significación de Duncan y Tukey al 5%, agrupan a los tratamientos T2 (1 L/200 L agua), T3 (2 L/200 L agua) y T4 (3 L/200 L agua) dentro de una sola categoría, diferenciándose en todas las evaluaciones con el tratamiento T1 (Sin aplicación), estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos por Gabriel, M.A. (2022) quien afirma de forma complementaria que la dosis más baja es el más rentable para los agricultores, asimismo corrobora los resultados obtenidos por Quito, L.A. (2022) quien manifiesta el beneficio de la aplicación de algas marinas en el Clon CCN51.

En cuanto a la dosis de las algas marinas de mejor efecto en la fase de crecimiento foliar en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo; las pruebas de significación de Duncan y Tukey al 5% no muestran diferencia entre ellos, por lo que son clasificados dentro de una sola categoría, sin embargo, todos muestran diferencia con respecto al tratamiento T1 (Sin aplicación), confirmando los resultados obtenidos por Gabriel, M.A. (2022) y Quito, L.A. (2022).

De la misma manera, en cuanto a la dosis de las algas marinas de mejor efecto en la fase de crecimiento radicular en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plantones patrón en vivero en el distrito de Pangoa, Satipo; para las variables longitud de raíz y grosor de raíz, las

pruebas de significación de Duncan y Tukey al 5% no muestran diferencia entre ellos, por lo que son clasificados dentro de una sola categoría, sin embargo, todos muestran diferencia con respecto al tratamiento T1 (Sin aplicación), confirmando los resultados obtenidos por Gabriel, M.A. (2022) y Quito, L.A. (2022).

## CONCLUSIONES

- Las algas marinas tienen un efecto beneficioso sobre las características agronómicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero.
- Las diferentes dosis de las algas marinas, no se diferencian en su efecto en la fase de crecimiento foliar en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero, esto lo corrobora las pruebas de significación de Duncan y Tukey al 5%, los cuales agrupan a las diferentes dosis en una sola categoría, para las variables, grosor de tallo, número de hojas, longitud de hojas y ancho de hojas; sin embargo, para la variable altura de planta, la mayor dosis de algas marinas tienen mejor efecto.
- Las diferentes dosis de las algas marinas, no se diferencian en su efecto en la fase de crecimiento radicular en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero, esto lo corrobora las pruebas de significación de Duncan y Tukey al 5%, los cuales agrupan a las diferentes dosis en una sola categoría, para las variables longitud de raíz y grosor de raíz.
- Las diferentes dosis de las algas marinas no muestran diferencia significativa en su efecto favorable en la fase de crecimiento foliar y radicular en plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Forastero en la producción de plántones patrón en vivero, por lo que desde el punto de vista económico, la dosis más baja de algas marinas es el más rentable para los agricultores.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos de investigación buscando confirmar los resultados obtenidos en la presente investigación, asimismo probar con otros tipos de fertilizantes en base a algas marinas considerando los beneficios que estos tienen en el desarrollo foliar y radicular de las plantas.
2. Promover la utilización de fertilizantes en base a algas marinas por los beneficios en el crecimiento de las plantas y por ser consideradas dentro del grupo de fertilizantes orgánicos.
3. Sugerir la aplicación de las algas marinas con la dosis más baja recomendada, debido a que no hay diferencia en el efecto de las algas marinas a dosis más altas en el crecimiento de las plantas y por ser más económico para los agricultores.

## BIBLIOGRAFIA

- Arvelo Sánchez, M. A., González León, D., Maroto Arce, S., Delgado López, T., & Montoya López, P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao Buenas prácticas para América Latina. In *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*.
- Bustan, A., Avni, A., Yermiyahu, U., Ben-Gal, A., Riov, J., Ere, R., Zipori, I. and Dag, A. (2013). Interactions between fruit load and macroelement concentrations in fertigated olive (*Olea europaea* L.) trees under arid saline conditions. *Scientia Horticulturae*.
- Cabrera, J. (2014). Niveles de fertilizante empleando sumicoat II en la producción en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) asociados con teca (*Tectona grandis* L.) durante la época seca 2013. Tesis de Grado. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- Cedeño, K.J. (2022). Desarrollo del cacao (*Theobroma cacao*) con la aplicación de abonos orgánicos. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera Ingeniería Agronómica.
- Cochrane, T. and Cochrane, A. (2009). The vital role of potassium in the osmotic mechanism of stomata aperture modulation and its link with potassium deficiency. *Plant Signal. Behav.*
- Cosme, J. (2016). La aplicación de las algas marinas para la fertilización. Disponible en: <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/la-aplicacion-de-las-algas-marinas-para-lafertilizacion/>.
- Detlefsen, G. (2015). Producción agroforestal de madera en fincas agropecuarias de Centroamérica. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324415363\\_Produccion\\_agroforestal\\_de\\_madera\\_en\\_fincas\\_agropecuarias\\_de\\_Centroamerica](https://www.researchgate.net/publication/324415363_Produccion_agroforestal_de_madera_en_fincas_agropecuarias_de_Centroamerica)

- Dong, H., Kong, X., Li, Z., Tang, and W., Zhang, D., (2010). Onspotassium deficiency in cotton-disorder, cause and tissue diagnosis. *Field Crops Research*.
- Dostert, N., Roque, J., & Cano, A. (2011). *Hoja botánica: Cacao*.
- Enríquez, G. (2010). *Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos*.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4571>
- Ferraris, G. (2011). *Microelementos en cultivos extensivos. Necesidad actual o tecnología para el futuro*.
- FUNDACIÓN CATEDRA IBEROAMÉRICA. (2012). *Información pública demostrativa sobre el beneficio de usar algas*. Disponible en: Cátedra Iberoamericana: [Fci.uib.es](http://Fci.uib.es)
- Gabriel, M.A. (2022). *Respuesta del cacao (Theobroma cacao L.) a cuatro dosis de un biofertilizante a base de algas marinas en río Chico I, Simón Bolívar, Guayas*. Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias Dr. Jacobo Bucaram Ortíz, Carrera de Ingeniería Agronómica.
- García, J., Moreno, P., & Fonseca, L. (2015). *Respuestas fisiológicas de Theobroma cacao L. en etapa de vivero a la disponibilidad de agua en el suelo*. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/acaq.v65n1.48161>
- González, A., Martínez, J., & López, R. (2021). *Efectos de los bioestimulantes en el crecimiento de plántulas de cacao*. *Revista de Agricultura Tropical*, 15(2), 45-58.
- Gutiérrez, M; Gómez, R. y Rodríguez, N. 2011. *Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (Theobroma cacao L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato*. Bucaramanga-Colombia. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Vol. 12, núm. 1.
- Herrera, E. (2009). *Efecto de aplicación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum), y su comportamiento en las propiedades físicas del suelo*. Universidad Mayor de San Andrés - Facultad de Agronomía.
- ICCO (Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas CATIE. Programa de enseñanza para el desarrollo y la conservación).2003. *Escuela de postgrado*.

Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao*).  
Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE.

INFOAGRO, S. F. (2012). Las algas son organismos foto sintetizadores de organización sencilla foto sintetizadores de organización sencilla. Obtenido de: ProductosparaAgricultura.<http://www.infoagro.com/abonos/algas.htm>.

Maila, M. (2018). Evaluación de la respuesta dl fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar de un fertilizante y un biofertilizante con base en algas. Quito. Recuperado el 16 de octubre de 2019, de (Bachelor's thesis, Quito UCE)

Martínez, L., & López, F. (2023). Resistencia al estrés en cultivos de cacao mediante el uso de algas marinas. *Agronomía y Sostenibilidad*, 12(1), 77-89.

Mengel, K., y Kirkby, E. 2002. Principios de Nutrición Vegetal. Traducción al español de la 4ª edición (1987). Internacional Potash Institute. Basel, Switzerland.

MIDAGRI (2018). Cultivares de cacao en el Perú. Tomado de: [https://www.midagri.gob.pe/portal//download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/estudio\\_cacao/2\\_3\\_cultivares\\_de\\_cacao\\_en\\_peru.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal//download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/estudio_cacao/2_3_cultivares_de_cacao_en_peru.pdf)

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2023). Cacao. Observatorio de Commodities. Boletín trimestral No 01-2023. Dirección de estudios económicos, Dirección general de políticas agrarias.

Montenegro, Y. (2016). Efecto de dos distancias de siembra y dos dosis de algas marinas, en el cultivo de fréjol Caupí (*Vigna unguiculata* L.). Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9601/1/Montenegro%20S%c3%a1nchez%20Yissela%20Yomaira.pdf>

Montes, M. (2016). "Efectos del fosforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo. *Universidad Tecnica De Babahoyo Facultad De Ciencias Agropecuarias Carrera De Ingenieria Agropecuaria Trabajo*.

- Montoya, A.G. (2022). Evaluación de la floración de cacao (*Theobroma cacao* L.) en respuesta a la aplicación de algas marinas en el Cantón Urdaneta, Provincia de los Ríos. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Pallardy, G. (2008). Mineral Nutrition. In: Pallardy, S.G. (Ed.), *Physiology of Woody Plants*. 3rd ed. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Paredes, N. (2009). Manual del cultivo de cacao para la Amazonía. Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias estación experimental central de la amazonía denaref - unidad de recursos fitogenéticos.
- Pérez, M., Ramírez, T., & Sánchez, J. (2023). Manejo sostenible en la producción de cacao: Integración de fertilizantes orgánicos. *Ciencia Agrícola*, 19(3), 101-115.
- PROMPERU (2018). El cacao peruano es admirado en el mundo. Tomado de: <https://peru.info/es-pe/gastronomia/noticias/2/12/el-cacao-peruano-es-admirado-en-el-mundo#:~:text=El%20Per%C3%BA%20es%20uno%20de,de%20chocolate%20de%20primera%20calidad.>
- Quito, L.A. (2022). Evaluar el estudio de 2 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) más la aplicación de algas marinas en las zonas de Bucay, Guayas.
- Ramírez, J., Sánchez, A., & González, M. (2024). Fertilidad de suelos y producción de cacao: Una revisión sobre el uso de fertilizantes a base de algas marinas. *Revista Internacional de Ciencias Agrarias*, 22(4), 243-260.
- Sánchez, M. (2017). Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América. IICA; Colegio de Postgraduados: Fundación COLPOS.
- Sánchez, R., Martínez, P., & López, D. (2022). La importancia de los fertilizantes orgánicos en la producción agrícola. *Agricultura y Medio Ambiente*, 8(2), 32-47. Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias "Dr. Jacobo Bucaram Ortíz", Carrera de Ingeniería Agronómica.
- Zschimmer & Schwarz (2021). Tendencias del sector químico: Fertilizantes Agrícolas: Tipos de fertilizantes, usos y beneficios. Obtenido de: <https://www.zschimmer->

[schwarz.es/noticias/fertilizantes-agricolas-tipos-de-fertilizantes-usos-y-beneficios/](https://schwarz.es/noticias/fertilizantes-agricolas-tipos-de-fertilizantes-usos-y-beneficios/)

# **ANEXOS**



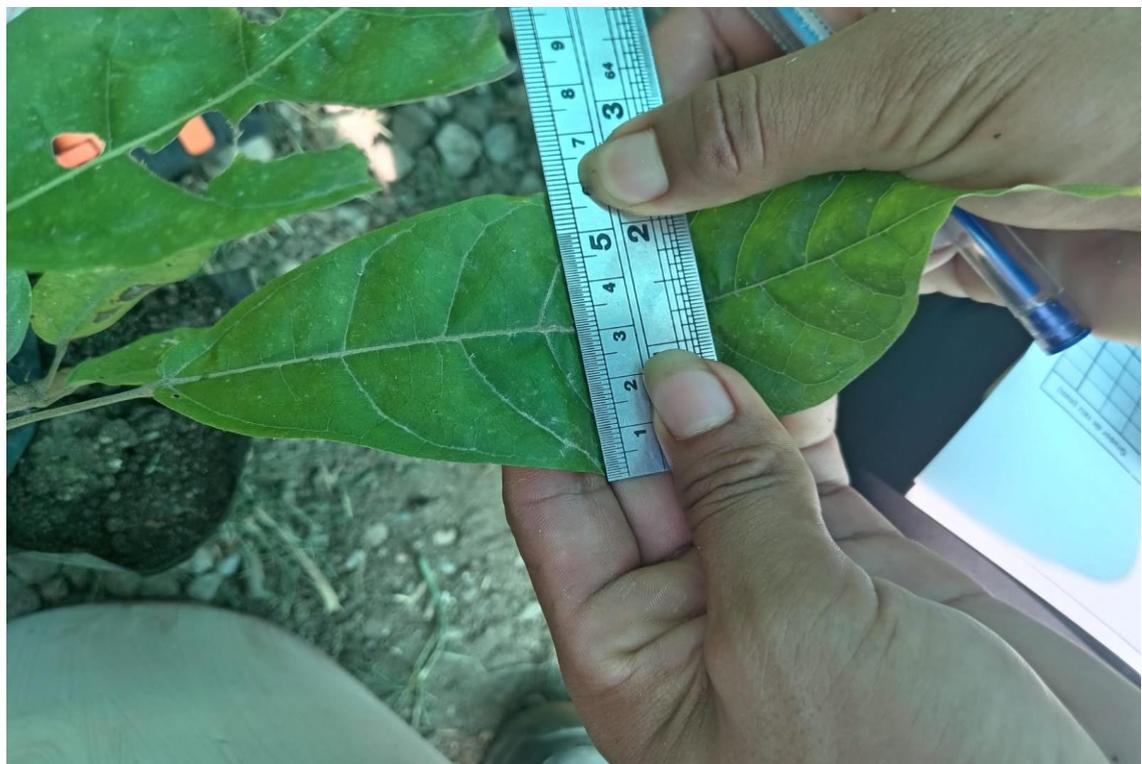
**Foto 1.** Plantas de cacao para ser evaluadas



**Foto 2.** Evaluación de la altura de planta



**Foto 3.** Evaluación de la longitud de hoja



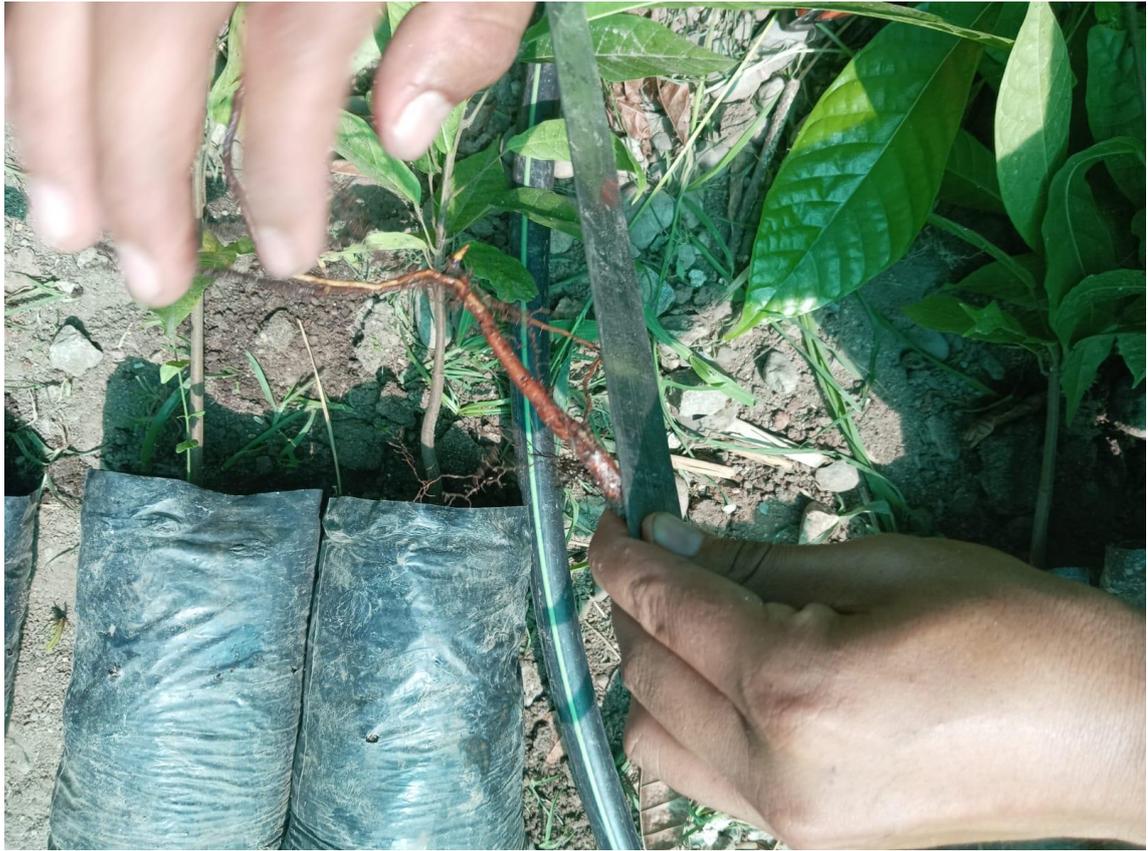
**Foto 4.** Evaluación del ancho de hoja



**Foto 05.** Evaluación del grosor de tallo



**Foto 6.** Evaluación de la longitud de raíz



**Foto 7.** Evaluación del grosor de raíz