



*Aplicación de Extracto de Algas y Aminoácidos en el Ciclo De Reproducción del Cultivo de Cacao (Theobroma Cacao L.)*

*Application of Algae Extract and Amino Acids in the Reproduction Cycle of Cocoa Crop (Theobroma Cacao L.)*

*Aplicação de Extrato de Algas e Aminoácidos no Ciclo Reprodutivo da Cultura do Cacao (Theobroma Cacao L.)*

Jairo Isaí Loor-Vega <sup>I</sup>

[jloor@uagraria.edu.ec](mailto:jloor@uagraria.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0004-9012-8362>

Ángel Stanley Pinto-Albán <sup>II</sup>

[apinto@uagraria.edu.ec](mailto:apinto@uagraria.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7327-8642>

Jorge Walter Pillasagua-Sánchez <sup>III</sup>

[jwps10@hotmail.com](mailto:jwps10@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0001-8892-806X>

Silvana Mariuxi Larrea-Bernal <sup>IV</sup>

[mariuxilarrea@gmail.com](mailto:mariuxilarrea@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0003-8936-837X>

**Correspondencia:** [jloor@uagraria.edu.ec](mailto:jloor@uagraria.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 11 de junio de 2024 \* **Aceptado:** 25 de julio de 2024 \* **Publicado:** 20 de agosto de 2024

- I. Investigador Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.
- II. Investigador Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.
- III. Investigador Independiente, Ecuador.
- IV. Investigador Independiente, Ecuador.

## Resumen

El propósito de la investigación fue de evaluar la aplicación de extracto de algas más aminoácidos en la etapa fenológica reproductiva en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón El Carmen, provincia de Manabí. Se llevó a cabo un diseño de bloques completamente al azar mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. Se analizaron variables de comportamiento agronómico: número de flores, número de mazorcas, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, granos por mazorca y peso de 100 semillas; en las que se encontró significancia estadística obteniendo mejores promedios en el tratamiento T2 (algas y aminoácidos + N-P-K). Se determinaron los tratamientos sobresalientes en base al rendimiento del cultivo de cacao siendo estos: el tratamiento T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) obtuvo un valor de 1080,39 kg/ha; y T3 (N-P-K) con 928,99 kg/ha. Los de menores valores fueron: T1 (algas y aminoácidos) con 795,18 kg/ha y T4 (testigo absoluto) con un valor de 576,80 kilogramos por hectárea. Para el análisis económico se determinó que el T2 (algas y aminoácidos + N-P-K), por cada dólar invertido obtuvo 0,84 dólares siendo el mejor tratamiento económicamente. Al final de esta investigación se concluyó que el uso de algas marinas y aminoácidos + N-P-K correspondiente al tratamiento 2, en dosis de 1,5 litros + 50 kilogramos por hectárea, si incrementó la productividad del cultivo de cacao, por lo que se recomendó su uso para el mismo.

**Palabras claves:** Algas marinas; aminoácidos; cacao; fertilización; N-P-K.

## Abstract

The purpose of the research was to evaluate the application of algae extract plus amino acids in the reproductive phenological stage in the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the canton of El Carmen, province of Manabí. A completely randomized block design was carried out using the Tukey test at 5% significance. Agronomic behavior variables were analyzed: number of flowers, number of ears, diameter of ears, length of ears, grains per ear and weight of 100 seeds; in which statistical significance was found, obtaining better averages in treatment T2 (algae and amino acids + N-P-K). The outstanding treatments were determined based on the yield of the cocoa crop, these being: treatment T2 (algae and amino acids + N-P-K) obtained a value of 1080.39 kg/ha; and T3 (N-P-K) with 928.99 kg/ha. Those with the lowest values were: T1 (algae and amino acids) with 795.18 kg/ha and T4 (absolute control) with a value of 576.80 kilograms per hectare. For the economic analysis, it was determined that T2 (algae and amino acids + N-P-K), for every dollar

invested, obtained 0.84 dollars, being the best treatment economically. At the end of this research, it was concluded that the use of seaweed and amino acids + N-P-K corresponding to treatment 2, in doses of 1.5 liters + 50 kilograms per hectare, did increase the productivity of the cocoa crop, so its use was recommended. use for the same.

**Keywords:** Seaweed; amino acids; cocoa; fertilization; N-P-K.

## Resumo

O objetivo da pesquisa foi avaliar a aplicação de extrato de algas mais aminoácidos na fase fenológica reprodutiva no cultivo do cacau (*Theobroma cacao* L.) no cantão de El Carmen, província de Manabí. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância. Foram analisadas variáveis de comportamento agrônomo: número de flores, número de espigas, diâmetro das espigas, comprimento das espigas, grãos por espiga e peso de 100 sementes; em que foi encontrada significância estatística, obtendo melhores médias no tratamento T2 (algas e aminoácidos + N-P-K). Os tratamentos destacados foram determinados com base no rendimento da cultura do cacau, sendo eles: o tratamento T2 (algas e aminoácidos + N-P-K) obteve valor de 1080,39 kg/ha; e T3 (N-P-K) com 928,99 kg/ha. Os que apresentaram os menores valores foram: T1 (algas e aminoácidos) com 795,18 kg/ha e T4 (controle absoluto) com valor de 576,80 kg por hectare. Para a análise econômica, determinou-se que T2 (algas e aminoácidos + N-P-K), para cada dólar investido, obteve 0,84 dólares, sendo o melhor tratamento economicamente. Ao final desta pesquisa concluiu-se que a utilização de algas marinhas e aminoácidos + N-P-K correspondente ao tratamento 2, nas doses de 1,5 litros + 50 quilogramas por hectare, aumentou a produtividade da cultura do cacau, portanto seu uso foi recomendado . usar para o mesmo.

**Palavras-chave:** Algas marinhas; aminoácidos; cacau; fertilização; NPK.

## Introducción

### Antecedentes del problema

El cacao es una planta tropical que asciende en climas cálidos y húmedos, su nombre científico es *Theobroma cacao* que se deriva del griego “Theo” que significa “Dios” y “Broma” que significa

“Alimento”, es señalar, “alimento de los dioses”, mientras que cacao se deriva del nahua “cacáhua” (Muñoz, 2009).

El cacao en el Ecuador, monopolizado para fines comerciales, tuvo categoría en el año 1600 donde existían pequeñas plantaciones a orillas del río Guayas y se propagaron a orillas de sus afluentes el Daule y el Babahoyo, río arriba, lo cual originó el nombre de cacao “Arriba”, reconocido mundialmente por su aroma floral (Escobar, 2012).

El Ecuador un pequeño país sudamericano conocido internacionalmente por el buen sabor y aroma de su cacao, viene especializándose en la producción del mejor cacao fino de aroma del mundo, lo que hoy en día muchos entendidos en economía nombran una oportunidad trascendental la de desarrollar la producción para cambiar la situación marginal que vive el sector agrícola en el país, ya que en los últimos años el Ecuador se ha posesionado como el mayor productor de cacao de América y la demanda de cacao supera a la oferta generando precios favorables para éste fruto (Cevallos, 2011).

El cultivo de cacao en los últimos años ha disfrutado una alta demanda y ha venido en crecimiento el número de hectáreas cultivadas, las condiciones agroclimáticas benefician al cultivo el cual solicita de mano de obra y poco recurso de capital, considerándolo estratégico en la política de desarrollo rural, sustitución de cultivos y restitución de tierras (Luna, 2012).

## **Planteamiento y formulación del problema**

### **Planteamiento del problema**

En los sitios dedicados a la producción del cacao, se ha identificado una serie de problemas en el manejo técnico del cultivo entre ellos: fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas, estos desconocimientos limitan la producción del cultivo de cacao (Jara, 2010).

La falta de capacitación del agricultor en nutrición, el uso de fertilizantes de forma empírica sin ninguna recomendación técnica, el abuso de fertilizantes nitrogenados, han influido en el deterioro del recurso suelo, el cual ha inhibido la absorción de los elementos que se encuentran en la raíz de las plantas, el conocer la etapa fenológica del cultivo juega un papel importante en la toma de decisiones ya que la aplicación de extracto y aminoácidos en la floración mejoran el desarrollo de la biota del suelo, lo que ayuda a la adquisición del agua y nutriente.

## Formulación del problema

¿La aplicación de extracto de algas más aminoácidos en la etapa fenológica reproductiva influirá en la mayor floración y cuaje de frutos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón el Carmen?

## Justificación de la investigación

El presente trabajo tiene como objetivo aplicar extracto de algas, más aminoácidos en el cultivo de cacao direccionado a la raíz y al follaje, para ver el efecto en la asimilación de los nutrientes que se refleja en la fenología reproductiva del cultivo.

La fertilización de cacao, es de suma importancia, permite obtener resultados concretos que ayuda a desarrollar nuevas estrategias y sobre todo hacer énfasis en los errores cometidos en las aplicaciones por parte de los productores de cacao para evitar cometerlo en la posteridad. Además, ayudará al desarrollo y potencialización del sector agrícola, que a su vez impactará positivamente en la economía mediante la generación de fuentes de empleo con una mejor producción.

A través del uso de extracto de algas más aminoácidos, ayudará a mejorar el suelo, estimulando el crecimiento, aumentando la eficiencia de los fertilizantes reduciendo costo de producción, y elevando el rendimiento y calidad del cultivo.

## Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Este proyecto se realizó en el recinto San Ramón del Armadillo, cantón El Carmen de la provincia de Manabí.
- **Tiempo:** Este trabajo se realizó desde el mes de septiembre del 2020 hasta marzo del 2021.
- **Población:** El proyecto está dirigido a todos los agricultores, los estudiantes y técnicos del cultivo de cacao, en especial los del cantón El Carmen de la provincia de Manabí.

## Objetivo general

Evaluar los efectos de la aplicación de extracto de algas y aminoácidos en la fenología reproductiva del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón El Carmen, provincia de Manabí.

## Objetivos específicos

- Definir el mejor tratamiento en base a las características agronómicas del cultivo de cacao.
- Determinar la producción del cultivo en base al rendimiento de cada tratamiento en estudio.
- Valorar el mejor tratamiento en estudio mediante un análisis económico basado en la relación beneficios/costos.

## Hipótesis

El uso de extractos de algas y aminoácidos ayudará en la etapa reproductiva del cacao, mejorando la producción del cultivo.

## Materiales y métodos

### Enfoque de la investigación

El presente trabajo estuvo enfocado en determinar el efecto de extracto de algas y aminoácidos en la fenología reproductiva del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*).

### Tipo de investigación

La investigación fue de carácter inductivo con características aplicadas y por el movimiento de las variables de concepción experimental, mediante la recolección de datos permitió probar la hipótesis, lo cual tuvo como resultado obtener de forma segura la relación causa efecto.

### Diseño de investigación

#### *Experimental*

Este tipo de investigación permitió manipular la aplicación de algas marinas más aminoácidos, este manejo de variables ayudó a medir su efecto sobre una variable dependiente.

#### *Descriptiva*

Permitió recolectar los datos de campo de cultivo de cacao una vez aplicados los tratamientos, la misma que afianzó la base de la hipótesis, exponiendo y resumiendo la información para analizar minuciosamente los resultados a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyó en la relación que existen entre dos o más variables.

## **Exploratoria**

Permitió explicar el porqué de la aplicación de extracto de algas en la fenología reproductiva del cultivo de cacao y que efecto causa.

## **Metodología**

### **Variables**

#### ***Variable independiente***

Fertilización orgánica a base de extracto de algas marinas y aminoácidos; y el fertilizante completo npk.

#### ***Variables dependientes***

##### ***Número de flores (n)***

Se contabilizó el número de flores en el tercio medio del árbol para conocer la cantidad de flores, el mismo que se tomó al inicio de la floración después de haber aplicado los fertilizantes.

##### ***Número de mazorcas por planta (n)***

Se contó el número de mazorcas desde la aplicación de los tratamientos hasta terminar el cuajado de fruto.

##### ***Diámetro de mazorca (cm)***

Esta variable se realizó al momento de la cosecha en 10 mazorcas de cada árbol a evaluar, se midió con una cinta métrica, se expresó en centímetros.

##### ***Longitud de mazorca (cm)***

Se tomó 10 mazorcas al azar y se midió de extremo a extremo, se obtuvo un promedio en centímetros.

##### ***Granos por mazorca (n)***

Se tomó 10 mazorcas al azar del área útil y se contó el número de semillas por mazorca.

##### ***Peso de 100 granos (g)***

Se procedió a contar cien semillas de las mazorcas seleccionadas y se pesó con la ayuda de una balanza gramera.

##### ***Rendimiento (kg/ha)***

Se cosechó y se secaron las semillas de cacao y el resultado se extrapolaron a kilogramos por hectárea.

### *Análisis económico (b/c)*

Se realizó utilizando la metodología de la relación beneficios/costos en el que se consideró los rendimientos obtenidos y los costos variables de cada tratamiento.

### **Tratamientos**

Esta investigación estuvo compuesta por 4 tratamientos y 5 repeticiones en las que se probó el efecto de extracto de algas y aminoácidos más el fertilizante convencional sintético y un testigo absoluto con un total de 20 parcelas experimentales, para determinar la productividad del cultivo de cacao.

*Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales*

<b>Tratamientos</b>	<b>Productos</b>	<b>Dosis (ha)</b>	<b>Dosis (parcela) 144m<sup>2</sup></b>	<b>Frecuencia de aplicación Días</b>
<b>1</b>	Algas, Aminoácidos	3 L	43,2 ml	1- 15-30
<b>2</b>	Algas, Aminoácidos + Abono completo N-P-K (Ferpamix)	1,5 L+ 50kg	21,6 ml +0,72 kg	1- 15-30
<b>3</b>	Abono completo N-P-K (Ferpamix)	100kg	1,44 kg	1- 15-30
<b>4</b>	Testigo absoluto (Sin aplicación)	-----	-----	-----

*Los autores, 2024*

### **Diseño experimental**

Para esta investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones con un total de 20 parcelas experimentales.

### **Recolección de datos**

#### **Recursos**

- *Materiales y herramientas*



Machete, baldes, pala, estaquillas, piolas, flexómetro, tablero de campo, calculadora, computadora, bomba de mochila, cámara fotográfica e insumos.

- *Material experimental*

Cultivo de cacao CCN 51 con 5 años establecidos. Extracto de algas más aminoácidos y Ferpamix.

- *Recursos humanos*

Tesista, tutor, docentes guías en el cultivo de cacao y agricultores en la zona de estudio.

- *Recursos económicos*

El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del Tesista.

*Tabla 2. Presupuesto del estudio*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor en \$</b>
Análisis de suelo	1	34
Seaweed extract	2 litros	8
Ferpamix	50 kg	18
Transporte		150
Terreno	2880 m <sup>2</sup>	500
Jornales	8	80
Herramientas	10	120
Insumos varios	5	100
<b>Total</b>		<b>\$1010</b>

*Los autores, 2024*

## **Métodos y técnicas**

### *Métodos*

- **Método inductivo:** Este método permitió observar los resultados obtenidos en la aplicación de extracto de algas en diferentes dosis y aplicados en forma foliar y al suelo, con la finalidad de cumplir los objetivos e hipótesis planteada.
- **Método deductivo:** En este método se observó casos particulares de la investigación a través de principios, teorías y leyes.

- **Método sintético:** Mediante este método se logró establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

### *Técnicas*

- **Material genético:** Cacao CCN 51 con 5 años de edad.
- **Análisis de suelo:** Se realizó el respectivo análisis de suelo previo para determinar los macro y micronutrientes presentes en el lugar de estudio y poder realizar una adecuada dosificación de los fertilizantes.
- **Riego:** Se aplicó riego por aspersion para aportar de humedad al suelo para la absorción del agua por la planta, de acuerdo a la humedad del suelo cuando el mismo lo ameritó.
- **Control de malezas:** Como es plantación establecida las malezas que se encuentran en el cultivo son pocas por lo que se utilizó control manual.
- **Fertilización:** La aplicación de los tratamientos fue en base a la tabla 1. En el cual para la aplicación de los fertilizantes se usó una bomba sin boquilla y en forma de drench al suelo.
- **Control de enfermedades:** Estuvo en función de la experiencia del agricultor utilizando productos ya utilizados por ellos.
- **Cosecha:** Se realizó en forma manual cuando la mazorca presentó color rojizo claro de acuerdo a la característica del material.
- **Toma de datos:** Se realizó después de haber cosechados los frutos según cada variable en estudio.

### **Análisis estadístico**

#### *Análisis funcional*

Para la comparación de las medias de los tratamientos en estudio se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, mediante el software estadístico Infostat.

## Diseño estadístico

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(4-1)	3
Repeticiones	(r-1)	(5-1)	4
Error experimental	(t-1) (r-1)	(4-1) (5-1)	12
Total	Tr-1	4*5-1	19

Los autores, 2024

## Delimitación experimental

Tabla 4. Características de las parcelas experimentales

Descripción	Unidades	Cantidades
Número de tratamientos	unidades	4
Número de repeticiones	unidades	5
Número de parcelas	unidades	20
Plantas por parcela	plantas	6
Plantas del ensayo	plantas	120
Distancia entre plantas	metros	2 m
Distancia entre hileras	metros	2 m
Área de la parcela	m <sup>2</sup>	144
Área útil de la parcela	m <sup>2</sup>	81
Área total del ensayo	m <sup>2</sup>	2880

Los autores, 2024

## Hipótesis estadística

**Ho:** La aplicación de extracto de algas más aminoácidos no incidió en la fenología de la planta y rendimiento del cultivo de cacao.

**Hi:** La aplicación de extracto de algas más aminoácidos incidió en la fenología de la planta y rendimiento del cultivo de cacao.

## Resultados

### Definición del mejor tratamiento en base a las características agronómicas del cultivo de cacao.

#### Número de flores (n):

La tabla 5 expresa las medias obtenidas al analizar el número de flores después de la aplicación de los productos; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 3,16%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) con un valor de 1996,00 número de flores; y T3 (N-P-K) con 1952 flores. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (algas y aminoácidos) con 1858 y T4 (testigo absoluto) con un valor de 1716 número de flores.

Tabla 5. Número de flores (n)

Tratamientos	n	Significancia
T2Algasaminoácidos+ N-P-K	5	1996,00 A
T3 N-P-K	5	1952,00 A B
T1Algasaminoácidos	5	1858,00 B
T4T.Absoluto	5	1716,00 C
E.E.		26,59
Coeficiente de variación (%)		3,16
Significancia		**

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

#### Mazorcas por planta (n):

La tabla 6 expresa las medias obtenidas al analizar el número de mazorcas por planta; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 2,87%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) con un valor de 27,80 mazorcas; y T3 (N-P-K) con 25,60. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (algas y aminoácidos) con 23,80 y T4 (testigo absoluto) con un valor de 19,60 número de mazorcas por planta.

**Tabla 6. Mazorcas por planta (n)**

<b>Tratamientos</b>	<b>n</b>	<b>Significancia</b>		
T2Algasaminoácidos+ N-P-K	5	27,80	A	
T3 N-P-K	5	25,60	B	
T1Algasaminoácidos	5	23,80	C	
T4T.Absoluto	5	19,60	D	
E.E.		0,31		
Coeficiente de variación (%)		2,87		
<b>Significancia</b>		<b>**</b>		

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

### **Diámetro de la mazorca (cm):**

La tabla 7 demuestra las medias obtenidas al analizar el diámetro de las mazorcas; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 5,65%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) con un valor de 9,24 cm; y T3 (N-P-K) con 8,56 cm. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (algas y aminoácidos) con 7,58 cm y T4 (testigo absoluto) con un valor de 6,82 centímetros de diámetro de la mazorca.

**Tabla 7. Diámetro de la mazorca (cm)**

<b>Tratamientos</b>	<b>n</b>	<b>Significancia</b>		
T2Algasaminoácidos+ N-P-K	5	9,24	A	
T3 N-P-K	5	8,56	A	
T1Algasaminoácidos	5	7,58	B	
T4T.Absoluto	5	6,82	B	
E.E.		0,20		
Coeficiente de variación (%)		5,65		
<b>Significancia</b>		<b>**</b>		

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Longitud de la mazorca (cm):**

La tabla 8 refleja las medias obtenidas al analizar la longitud de las mazorcas; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 1,29%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) con un valor de 19,61 cm; y T3 (N-P-K) con 18,68 cm. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (algas y aminoácidos) con 18,17 cm y T4 (testigo absoluto) con un valor de 17,58 centímetros.

*Tabla 8. Longitud de la mazorca (cm)*

<b>Tratamientos</b>	<b>n</b>	<b>Significancia</b>	
T2Algasaminoácidos+ N-P-K	5	19,61	A
T3 N-P-K	5	18,68	B
T1Algasaminoácidos	5	18,17	C
T4T.Absoluto	5	17,58	D
E.E.		0,11	
Coeficiente de variación (%)		1,29	
Significancia		**	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Semillas por mazorca (n):**

La tabla 9 refleja las medias obtenidas al analizar el número de semillas por mazorca; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 2,27%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) con un valor de 44,60 semillas; y T3 (N-P-K) con 42,80 semillas. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (algas y aminoácidos) con 41,20 y T4 (testigo absoluto) con un valor de 38,80 número de semillas por mazorca.

*Tabla 9. Semillas por mazorca (n)*

<b>Tratamientos</b>	<b>n</b>	<b>Significancia</b>	
T2Algasaminoácidos+ N-P-K	5	44,60	A
T3 N-P-K	5	42,80	B
T1Algasaminoácidos	5	41,20	B
T4T.Absoluto	5	38,80	C
E.E.		0,42	
Coeficiente de variación (%)		2,27	
<b>Significancia</b>		<b>**</b>	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

### **Peso de 100 semillas (g):**

La tabla 10 muestra las medias obtenidas al analizar peso de 100 semillas; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 1,17%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) con un valor de 209 gramos; y T3 (N-P-K) con 203,40 gramos. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (algas y aminoácidos) con 194,80 gramos y T4 (testigo absoluto) con un valor de 182 gramos del peso de 100 semillas.

*Tabla 10. Peso de 100 semillas (g)*

<b>Tratamientos</b>	<b>n</b>	<b>Significancia</b>	
T2Algasaminoácidos+ N-P-K	5	209,00	A
T3 N-P-K	5	203,40	B
T1Algasaminoácidos	5	194,80	C
T4T.Absoluto	5	182,00	D
E.E.		1,04	
Coeficiente de variación (%)		1,17	
<b>Significancia</b>		<b>**</b>	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

## Determinación de la producción del cultivo en base al rendimiento de cada tratamiento en estudio

### Rendimiento (kg/ha):

La tabla 11 muestra las medias obtenidas el rendimiento del cultivo; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 4,40%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) con un valor de 1080,39 kg/ha; y T3 (N-P-K) con 928,99 kg/ha. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (algas y aminoácidos) con 795,18 kg/ha y T4 (testigo absoluto) con un valor de 576,80 kilogramos por hectárea.

*Tabla 11. Rendimiento (Kg/ha)*

Tratamientos	n	Significancia
T2Algasaminoácidos+ N-P-K	5	1080,39 A
T3 N-P-K	5	928,99 B
T1Algasaminoácidos	5	795,18 C
T4T.Absoluto	5	576,80 D
E.E.		16,64
Coeficiente de variación (%)		4,40
Significancia		**

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

## Valoración del mejor tratamiento en estudio mediante un análisis económico basado en la relación beneficios/costos

### Análisis económico del cultivo de cacao

Se realizó el análisis económico tabla 12, para determinar el tratamiento con mejor resultado en la productividad en el cultivo de cacao, para obtener el precio comercial, se obtuvo información oficial de “La Asociación Nacional de Exportadores e Industriales de Cacao del Ecuador” donde el quintal de cacao está a \$90 en la semana del 7 al 12 de febrero 2021. Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con relación beneficio/costo se logró demostrar que los



tratamientos que predominaron en el estudio fueron: el T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) con un valor de 1,84; y T3 (N-P-K) con 1,57. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (algas y aminoácidos) con 1,37 kg/ha y T4 (testigo absoluto) con un valor de 1,01.

El T2 (algas y aminoácidos + N-P-K), por cada dólar invertido obtuvo 0,84 dólares siendo el mejor tratamiento económicamente, seguido por T3 (N-P-K) que por cada dólar invertido generó una ganancia de 0,57 dólares; Así mismo, el T1 (algas y aminoácidos) por cada dólar obtuvo 0,37 dólares y por último el T4 (testigo absoluto) con un retorno de 0,01 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

*Tabla 12. Análisis económico (b/c)*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rend. kg/ha 7%</b>	<b>Precio Comercial (\$/Kg)</b>	<b>Bien bruto \$</b>	<b>Costo de producción \$</b>	<b>Bien neto \$</b>	<b>Relaci b/c</b>
T1 Algas y aminoácidos	795,18	1,98	1574,45	1150	424,46	1,37
T2 Algas y aminoácidos + N-P-K	1080,39	1,98	2139,17	1160	979,17	1,84
T3 N-P-K	928,99	1,98	1839,39	1170	669,40	1,57
T4 T.Absoluto	576,80	1,98	1142,07	1134	8,06	1,01

**Tabla 13. Detalle de la valoración económica en el cultivo de cacao**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>		
				<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Alquiler del predio</b>	m2	2880	500	500	500	500
<b>Análisis de Suelo</b>		1	34	34,00	34,00	34,00
<b>Transporte</b>		15	10	150	150	150
<b>Limpieza cultivo</b>	jornal	4	15	60,00	60,00	60,00
<b>Fertilización</b>						
Algas y aminoácidos	litro	2	8	16,00	8,00	0,00
Ferpamix	kg	1	18	0,00	18,00	36,00
<b>P. fitosanitarias</b>	Jornal	8	15	120,00	120,00	120,00
<b>Riego</b>						
Agua	m3	3,600	0,02	72,00	72,00	72,00
Gasolina	G1	20	1,4	28,00	28,00	28,00
<b>Cosecha</b>						
Recolección manual	jornal	8	15	120,00	120,00	120,00
Herramientas		5	10	50,00	50,00	50,00

*Los autores, 2024*

## Discusión

El propósito de la investigación fue de evaluar la aplicación de extracto de algas más aminoácidos en la etapa fenológica reproductiva en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el cantón el Carmen, provincia de Manabí.

Después de haber llevado a cabo el análisis e interpretación de datos, en base al primer objetivo específico de acuerdo al comportamiento agronómico del cultivo se evaluaron las variables: número de flores, número de mazorcas, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, granos por mazorca y peso de 100 semillas; en las se encontró significancia estadística en el tratamiento T2 (algas y aminoácidos + N-P-K); De acuerdo con Barzola (2015) el uso de algas marinas han demostrado ser eficaces y actualmente tienen una amplia aceptación en la industria agrícola. Aplicados a los cultivos de frutas, cacao y flores, producen mayor absorción de los nutrientes del suelo, una mejor germinación de la semilla y mayor resistencia a las a distintas situaciones adversas, por lo que producen mayores rendimientos. Y que acorde con Rodríguez (2016) el objetivo de su investigación fue estudiar la dinámica de crecimiento de plantas de cacao, en la que demostró diferencias significativas cuanto características agronómicas del cultivo de cacao para el tratamiento de con algas marinas; ya que relató que al ser aplicadas, se incorporan al metabolismo de las plantas, causando un balance hormonal interno, potencializa la absorción y el transporte de los minerales, sincronizando épocas de cosecha en cultivos como el cacao; y brinda un significativo aumento de tamaño, peso y calidad de frutos.

En base al rendimiento del cultivo se determinó que el tratamiento T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) obtuvo un valor de 1080,39 kg/ha; y T3 (N-P-K) con 928,99 kg/ha. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (algas y aminoácidos) con 795, de acuerdo con Villafuerte (2015), indica en su investigación que los niveles de algas marinas en las variables altura de planta, número de macollos/planta, número de panículas/planta y porcentaje de granos vanos, con el nivel de 150 kg de algas marinas, los promedios de estas variables se encontraron entre los valores más altos “Esto se debe a que estos fertilizantes a base de algas contienen en su composición una gran cantidad ácidos húmicos y aminoácidos, la acción de estos compuestos aumenta el rendimiento y la calidad de los cultivos. Acorde Trichodex (2016) indica que los aminoácidos están directamente relacionados con los mecanismos de regulación del crecimiento y desarrollo vegetal. Algunas hormonas vegetales se encuentran unidas a aminoácidos o proceden de la transformación de éstos, lo que indica el importante papel que puede tener la aplicación de aminoácidos libres como fertilizantes, ya que esto beneficiaría al incremento de la producción en los cultivos.

Así mismo se realizó un análisis económico del cultivo, mediante la relación beneficios/costos se determinó a los tratamientos: el T2 (algas y aminoácidos + N-P-K) y T3 (N-P-K) como los tratamientos sobresalientes en valoración económica, con valores de 1,84 y 1,57; equivalente a que

por cada dólar invertido se generó ganancias; por lo que acorde con Quimiser (2015), nos indica que el extracto de algas *Ascophyllum nodosum*, es una fuente activa de giberelinas, auxinas y citoquininas que refuerzan el metabolismo, mejoran la aportación de macro y micronutrientes, elevan la resistencia sistémica adquirida de la planta y potencian la acción de los fitosanitarios. Además, ayuda a mejorar el suelo y vigorizar las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas, que provoca aumento de la producción en cultivos mejorando la situación económica de los agricultores. Y de acuerdo con Intagri (2018) Los extractos de algas marinas son utilizados como bioestimulantes, pues incentivan a la planta a producir sus propias hormonas, contribuyen en la absorción y translocación de nutrientes presentes en el suelo. Lo anterior trae beneficios como: mejores cosechas, incrementa el rendimiento de las cosechas y reduce costos de producción, así mismo, incrementa la permeabilidad de las membranas, agranda la absorción de nutrientes, aumenta el crecimiento de organismos en el suelo, estimula procesos bioquímicos en las plantas, estimula el desarrollo de las raíces y el crecimiento. Por lo tanto, se acepta la hipótesis del estudio en el indica que el uso de extractos de algas y aminoácidos ayudará en la etapa reproductiva del cacao, mejorando la producción del cultivo; esto corresponde al tratamiento T2 (algas y aminoácidos + N-P-K).

## Conclusiones

Al finalizar este estudio se puede concluir lo siguiente:

El tratamiento que obtuvo mejores promedios en cuanto variables: número de flores, número de mazorcas, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, granos por mazorca y peso de 100 semillas; fue el T2 (algas y aminoácidos + N-P-K); ya que se encontró significancia estadística para estas variables y obteniendo mejores promedios en este tratamiento.

Para el análisis económico se determinó que el T2 (algas y aminoácidos + N-P-K), por cada dólar invertido obtuvo 0,84 dólares siendo el mejor tratamiento económicamente, seguido por T3 (N-P-K) que por cada dólar invertido generó una ganancia de 0,57 dólares; Así mismo, el T1 (algas y aminoácidos) por cada dólar obtuvo 0,37 dólares y por último el T4 (testigo absoluto) con un retorno de 0,01 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

Por lo tanto, la identificación de que tratamiento fue el mejor en comportamiento agronómico, análisis económico e incremento de la productividad del cultivo de cacao, fue la aplicación de algas

marinas y aminoácidos + N-P-K correspondiente al tratamiento 2, en dosis de 1,5 litros + 50 kilogramos por hectárea.

## Recomendaciones

De acuerdo con la presente investigación se recomienda:

Realizar investigaciones con diferentes fertilizantes orgánicos y caracterizar sus propiedades químicas para poder definir una fertilización correctamente dosificada.

Realizar un estudio comparativo sobre el uso de fertilizantes sintéticos y orgánicos más utilizados en el cultivo de cacao con diferentes dosis de las estudiadas, para determinar el comportamiento agronómico del cultivo de cacao y el impacto que estos producen.

Utilizar el fertilizante de algas marinas y aminoácidos como complemento nutricional para la fertilización del cultivo de cacao en recinto San Ramón del Armadillo, cantón El Carmen de la provincia de Manabí; para el incremento del rendimiento y minimizar costos de producción del cultivo.

Aplicar algas marinas y aminoácidos + N-P-K, en dosis de 1,5 litros + 50 kilogramos por hectárea, para el incremento de la productividad del cultivo de cacao y cuidado del medio ambiente.

## Referencias

1. AEFA. (2018). Algas marinas. Fertilizantes orgánicos. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/que-es-aefa>
2. Agrios, G. (2005). Plant Pathology. Fifth edition. Elsevier.
3. Alarcón, A. y. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). Medidas para la temporada invernal. Bogotá D.C. Colombia.
4. Amarilla, J. (2011). Estudio de productividad, sanidad y perfiles organolépticos de clones Internacionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) introducidos en la zona de Quevedo. Quevedo: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica .
5. Anacafé. (2004). Cultivo de cacao . programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera.
6. Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2016). Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp->

- content/uploads/downloads/2018/03/INFORME-CONTROL-POLITICO-EDUCACION-remitido-Sesion-20.pdf
7. Barzola. (2015). Ventajas de algas marinas. Fertilizantes orgánicos. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6062/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-96.pdf>
  8. Carrillo, M. (2006). El Muestreo Foliar en Cacao. Quevedo: Departamento de Manejo de Suelos – INIAP. 2 p.
  9. Cerda, R. (2009). La planta de cacao: Distribución eco fisiología – fenología. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Colombia. FEDECACAO. 189 p.
  10. Cevallos, J. (2011). Producción y comercialización del cacao en el Ecuador. Guayaquil.: Universidad de Guayaquil. .
  11. Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones. (2010). Obtenido de <https://www.correosdelecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/11/COPCI.pdf>
  12. C-Spot. (2020). CCN-51. Obtenido de CCN-51: <https://www.c-spot.com/atlas/chocolate-strains/cultivar-strains/ccn-51/>
  13. Enríquez, G. (2017). Cacao orgánico Guía para productores ecuatorianos. Quito: instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
  14. Escobar, C. (2012). Estudio de factibilidad para la producción de cacao. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
  15. Estrada, J. (2004). Las Flores. Morfología del cultivo de cacao. Obtenido de <https://vivaelcacao.coLa%20flor%20del%20cacao%20est%C3%A1,parte%20masculina%20y%20otra%20femenina>.
  16. Foster, L. (2010). Cadena Productiva de Cacao: . Costa Rica: Políticas y Acciones San José, 24 p.
  17. Hormoza, P. (2017). Utilizacion de Rizotrones para el Estudio de la Dinámica del Crecimiento de Raíces d. Bogotá – Colombia.: CENIPALMA. .
  18. Hurtado, J. (2007). El Proyecto de Investigación. Metodología de la Investigación Holística. . Caracas - Venezuela. : Ediciones Quirón. 20 p.
  19. ICCO. (2013). Estadísticas de la producción Mundial de cacao. . Londres.
  20. Infocafes. (2014). Paquete tecnológico del cultivo del cacao fino de aroma. Especialista del cultivo cacao, Programa Desarrollo Alternativo - UNODC.

21. Intagri, (2018). Fertilizantes orgánicos. Algas marinas. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-yllum-nodosum#:~:text=Ascophyllum%20nodosum%2C%20una%20alga%20con%20uso%20potencial%20para%20la%20agricultura.&text=Los%20extractos%20de%20Ascophyllum%20nodosum,nutrientes%20presentes%20en%20el%20suelo.>
22. Izarra, L., y López, V. (2002). Manual de Observaciones fenológicas. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. 99 pp. .
23. Jaimes, H. (2010). Enfermedades en el cultivo de cacao. Obtenido de [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
24. Jara, I. (2010). Producción de cacao. Cultivo de cacao. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/produccion-de-cacao-apunta-a-romper-record-este-ano/>
25. Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. (2014). SOBERANIA ALIMENTARIA EN EL ECUADOR .
26. Luna, D. (2012). Diagnóstico de condiciones sociales y económicas. . Gobernación del Cauca.
27. Martínez, S. (2017). Climatología y Fenología Agrícola . Fenología Agrícola (UNLP).
28. Medellín, S. (2002). Cultivo\_y\_proceso\_de\_produccion\_tradicional\_de\_la\_vainilla.totonaca.
29. Medina, L. (2017). Criollo cacao dulce. Variedad de cacao. Obtenido de <https://mundochocolates.com/info/2020/#:~:text=Cacao%20Criollo%20o%20Cacao%20Dulce%3A,y%20diez%20surcos%20bien%20definidos.>
30. Moreno, B. (2017). Cultivo de Cacao - Agro Información. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/344166314/Cultivo-de-Cacao-Agro-Informacion-Liriano>
31. Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Fondo para la Protección del Agua-FONAG. 24 p.
32. Muñoz, G. (2009). Perfil de la Factibilidad . Editorial Masters primera edición.
33. Oñate, A. (2016). Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo . AMBATO: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
34. Pinales, M. (2018). Fertilización del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). La fertilización en cacao depende del sistema de producción. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>

35. Pineda, F., Agudelo, B., y Posada, L. (2006). El Chocolate un Placer Saludable. . Medellín: 2da Edición. Marquillas. 89 p.
36. Puentes, K. (2019). Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. Acta Agronómica 63 (2) p 145–152. .
37. Proecuador. (2013). Análisis del sector cacao y elaborados.
38. Quimiser. (2015). Extracto de alga *Ascophyllum nodosum*. Fertilizantes orgánicos. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3681/1/T-UTEQ-0172.pdf>
39. Reátegui, R. (2011). Manual de Cultivo del Cacao. . Tingo María – Perú. : 2 p.
40. Ríos, N. (2017). Los frutos alcanzan su tamaño máximo y el color típico de la variedad CCN-51. Cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/331/1/T.AGROP.B.UEA.1068.pdf>
41. Rípodas, M. (2011). Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos. Universidad Pública de Navarra.
42. Rivadeneira, A. (2013). Propuesta para el mejoramiento del manejo poscosecha en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). Universidad Central del Ecuador.
43. Rodríguez, Y. (2016). Efectos de algas marinas en el cultivo de cacao. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2706/1/10.Tesis%20en%20Cacao%20Yervin%20Rodr%c3%adguez%20Silva.pdf>
44. Romero, H. (2011). Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. . Salvador: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 22 .
45. Tenazoa, C. (2017). Evaluación de la fenología reproductiva y dinámica de producción del cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN - 51. Researchgate.net,
46. Tradecorp, (2019). Aminoácidos y la agricultura. Obtenido de <https://tradecorp.mx/wp-content/uploads/2017/11/02-aminoacidos-1.pdf>
47. Trichodex (2016). Beneficios de los aminoácidos en las plantas. Obtenido de <https://www.trichodex.com/beneficios-de-los-aminoacidos-en-las-plantas/>
48. Villafuerte. (2015). Aplicación de abonos orgánicos. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8494/1/Villafuerte%20Abata%20Galo%20Enrique.pdf>



49. Zambrano, G. (2015). Evaluación productiva y sanitaria de siete clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) En la Hda Rio Lindo en la zona de Quevedo. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).