



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias**

**Alimentarias y Ambiental**

**Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica**

**Evaluación de bioestimulantes orgánicos en comportamiento y rendimiento  
del cultivo brócoli (*Brassica oleracea* L.var. *itálica* Pleck) en condiciones  
agroclimáticas de Huari, Áncash**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo**

**Autor**

**Robenson Jhony Rodriguez Rosales**

**Asesor**

**Dr. Edison Goethe, Palomares Anselmo**

**Huacho - Perú**

**2023**

# Evaluación de bioestimulantes orgánicos en comportamiento y rendimiento del cultivo Brócoli (*Brassica oleracea* L.var. itálica Pleck) en condiciones agroclimáticas de Huari, Áncash.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://app.unjfsc.edu.pe">app.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://redi.unjbg.edu.pe">redi.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

# Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias

Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

## Evaluación de bioestimulantes orgánicos en comportamiento y rendimiento del cultivo brócoli (*Brassica oleracea* L.var. *itálica* Pleck) en condiciones agroclimáticas de Huari, Áncash

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver

**Presidente**

Dr. Marco Tulio Sanchez Calle

**Secretario**

Mg.Sc. Cristina Andrade Alvarado

**Vocal**

Dr. Edison Goethe, Palomares Anselmo

**Asesor**

**Huacho - Perú**

**2023**

## DEDICATORIA

A Dios, por darme sabiduría, por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído siempre en mí.

A mis queridos padres Jeremías y Romaniana quienes me apoyaron todo el tiempo con su sabiduría y amor.

A mis hermanos Teófila, Luis, Rusdelia y Aldayer por su gran apoyo emocional en todo momento.

A mis amigos y compañeros de siempre Yuler y Gabriel. quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas.

A mis maestros quienes siempre estuvieron cultivando en mí la perseverancia.

A todos los que de alguna u otra manera me apoyaron para escribir y concluir esta investigación.

## AGRADECIMIENTO

A mi Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por darme la oportunidad de ser un profesional. Mi eterno agradecimiento a los docentes de mi Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

Un agradecimiento especial a mi asesor Dr. Edison Goethe Palomares Anselmo por su constante apoyo en la ejecución y culminación de la investigación.

Al Jurado evaluador Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver, Dr. Marco Tulio Sánchez Calle y a la Mg.Sc. Cristina Karina Andrade Alvarado por los aportes en la mejora de la presentación de la tesis.

## ÍNDICE

PORTADA	i
CONTRAPORTADA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN	x
ABSTRCT	xi
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema General	2
1.2.2 Problemas Específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivo específico	2
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitaciones del estudio	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.1.1 Antecedentes Internacionales	4
2.1.2 Antecedentes Nacionales	5
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Historia y origen	7
2.2.2 Importancia del cultivo	7
2.2.3 Valor nutritivo	7
2.2.4 Taxonomía del brócoli	8
2.2.5 Características morfológicas	8
2.2.6 Clima y suelo	8
2.3 Definición de términos básicos	9
2.4 Formulación de Hipótesis	10
2.4.1 Hipótesis general	10
2.4.2 Hipótesis específica	10

2.5 Matriz de Operacionalización de las variables	11
CAPITULO III. METODOLOGÍA	12
3.1 Gestión del experimento	12
3.1.1 Ubicación	12
3.1.2 Características del área experimental	12
3.1.3 Tratamientos	14
3.1.4 Diseño experimental	14
3.1.5 Variables a evaluar	15
3.1.6 Conducción del experimento	16
3.2 Técnicas para el procesamiento de la información	17
CAPITULO IV. RESULTADOS	18
4.1 Altura de planta	18
4.2 Numero de hojas	19
4.3 Longitud de hoja por planta	19
4.4 Ancho de hoja	20
4.5 Altura de cabeza o pella	21
4.6 Diámetro de inflorescencia o pella	22
4.7 Peso de cabeza o pella	23
4.8 Rendimiento	23
4.9 Costo de Producción	24
CAPITULO V. DISCUSIÓN	26
5.1 Respecto al comportamiento agronómico	26
5.2 En relación al rendimiento del cultivo de brócoli	26
5.3 Costo promedio de producción	27
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
6.1 Conclusiones	28
6.2 Recomendaciones	28
CAPITULO VII. REFERENCIAS	29
Anexos	32
Anexo 1: Datos de mediciones del experimento	33
Anexo 2: Análisis de suelo	34

## Índice de tablas

Tabla 1	Datos meteorológicos	09
Tabla 2	Matriz de operacionalización de las variables	11
Tabla 3	Tratamientos utilizados en la investigación	14
Tabla 4	Análisis de varianza	14
Tabla 5	Análisis de la varianza para altura de planta	18
Tabla 6	Prueba Tukey del comparativo de promedios de altura de planta	18
Tabla 7	Análisis de la varianza de número de hojas por planta	19
Tabla 8	Prueba Tukey al 5% de número de hojas por planta.	19
Tabla 9	Análisis de la varianza de longitud de hoja por planta (cm)	20
Tabla 10	Prueba Tukey de longitud de hoja por planta (cm)	20
Tabla 11	Análisis de la varianza de ancho de hoja (cm)	20
Tabla 12	Prueba Tukey de promedio de ancho de hoja (cm)	21
Tabla 13	Análisis de la varianza de altura de cabeza o pella	21
Tabla 14	Prueba Tukey al 5% comparativo de altura de cabeza o pella	22
Tabla 15	Análisis de la varianza para el diámetro de inflorescencia o pella (cm)	22
Tabla 16	Prueba Tukey al 5% comparativo de diámetro de inflorescencia (cm)	22
Tabla 17	Análisis de la varianza para peso de cabeza o pella (g)	23
Tabla 18	Prueba Tukey al 5% comparativo de cabeza o pella (g)	23
Tabla 19	Análisis de la varianza para rendimiento de brócoli (kg ha <sup>-1</sup> )	24
Tabla 20	Prueba Tukey al 5% comparativo de rendimiento de brócoli (kg ha <sup>-1</sup> )	24
Tabla 21	Análisis de costo de producción por hectárea y la relación B/C	24

## Índice de figuras

Figura 1.	Croquis de la investigación	13
-----------	-----------------------------	----

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluación de bioestimulantes orgánicos en comportamiento y rendimiento del cultivo Brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Pleck) en condiciones agroclimáticas de Huari, Áncash. **Metodología:** La investigación se realizó en Chucos, distrito de Huanter, provincia Huari, Ancash, localizado con coordenadas UTM: Este (UTMX): 737962.3, Norte (UTMY): 8964829.9 y a una altura de 3 149 m snm. Durante los meses de julio a octubre del 2022. Se empleó un diseño de DBCA, con 6 tratamientos y 3 repeticiones y un total de 18 unidades experimentales y se aplicó cinco bioestimulantes orgánicos. Los tratamientos evaluados fueron: Phyllum max R., Fertimar, Agrostemin, Biogyz y Seaweed creme, con las dosis de 250 ml en 200 litros de agua, aplicándose en aspersión a las cuatro hojas verdaderas, luego a los 14, 15 15 días d.d. trasplante, se evaluaron las variables: altura de planta, número de hojas, longitud de hoja, Ancho de hoja, Altura de pella, diámetro de inflorescencia, peso de pella, el rendimiento y costo de producción por hectárea. Las observaciones fueron procesadas y analizadas mediante el programa Infostat y la comparación de tratamientos mediante prueba Tukey( $\alpha=5\%$ ). **Resultados:** muestran que el comportamiento agronómico para: altura de planta, número de hojas, longitud y ancho de hojas presentaron diferencias estadísticas significativas para en ANOVA y prueba Tukey entre tratamiento, siendo los tratamientos utilizados con bioestimulantes orgánicos de mayor respuesta en relación al testigo. El mayor peso y rendimiento también lo obtuvieron los tratamientos con bioestimulantes orgánicos. La mayor rentabilidad lo presentaron los mismos bioestimulantes orgánicos, sin embargo Seaweed creme muestra un mejor B/C con 3,74. **Conclusiones:** los bioestimulante orgánicos incrementa la producción del brocoli y tienen comportamientos ideales para rendimiento, las características agronómicas y relación beneficio/costo.

**Palabras clave:** beneficio, costo, rendimiento, comportamiento, producción.

## ABSTRACT

**Objective:** Evaluation of organic biostimulants on the behavior and yield of the Broccoli crop (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Pleck) under agroclimatic conditions in Huari, Áncash. **Methodology:** The research was carried out in Chucos, Huantar district, Huari province, Ancash, located with UTM coordinates: East (UTMX): 737962.3, North (UTMY): 8964829.9 and at a height of 3 149 m asl. During the months of July to October 2022. A DBCA design was used, with 6 treatments and 3 repetitions and a total of 18 experimental units and five organic biostimulants were applied. The evaluated treatments were: Phyllum max R., Fertimar, Agrostemin, Biogyz and Seaweed cream, with doses of 250 ml in 200 liters of water, applied as a spray to the four true leaves, then at 14, 15 and 15 days d.d. transplant, the variables were evaluated: plant height, number of leaves, leaf length, leaf width, pellet height, inflorescence diameter, pellet weight, yield and production cost per hectare. The observations were processed and analyzed using the Infostat program and the comparison of treatments using the Tukey test ( $\alpha=5\%$ ). **Results:** show that the agronomic behavior for: plant height, number of leaves, length and width of leaves presented statistically significant differences for ANOVA and Tukey test between treatments, with the treatments used with organic biostimulants having the highest response in relation to the control. The highest weight and yield were also obtained by the treatments with organic biostimulants. The highest profitability was presented by the same organic biostimulants, however Seaweed creme shows a better B/C with 3.74. **Conclusions:** organic biostimulants increase broccoli production and have ideal behaviors for yield, agronomic characteristics and benefit/cost ratio.

**Keywords:** benefit, cost, performance, behavior, production.

## CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

El brócoli es una hortaliza, cultivada a nivel Mundial estimándose una siembra 100 000 hectáreas, entre los países productores de Europa está Italia, España, China, Bélgica, Francia, Reino unido, Polonia, Holanda y en América se cultiva en EEUU, México, Guatemala, Chile, Ecuador y Perú, siendo EEUU el país de mayor producción del mundo como producto fresco. Durante el 2011 su producción sobrepasó los 2 mil millones de libras en brócoli con un ingreso aproximado de 750 millones de dólares en un área aproximada de 50 000 has, dentro de sus estados productores están california con 90%, Arizona, Texas y Obregón y actualmente al noreste de Estados unidos con siembras mayores a 500 acres (Faostat, 2020).

En el Perú las estadísticas durante el 2018 sobre la producción de brócoli confirman su siembra en 8 regiones Apurímac, Arequipa, Huánuco, Junín, La Libertad, Lima, Lima metropolitana, Tacna, siendo la región de mayor rendimiento La Libertad con 21 037 kg ha<sup>-1</sup>, le sigue Tacna con 18 222 kg ha<sup>-1</sup>, Junín con 17 843 kg ha<sup>-1</sup>, Arequipa con 16 667 kg ha<sup>-1</sup>, Huánuco con 15 534 kg ha<sup>-1</sup>, Lima Metropolitana con 14 641, Lima con 12 219 kg ha<sup>-1</sup> y Apurímac con 6 176 kg ha<sup>-1</sup>, (Minagri, 2018). El área sembrada de coliflor más brócoli durante el 2021 fue de 5 312 has, con un rendimiento promedio de 5 419 kg ha<sup>-1</sup> (Midagri, 2022).

El brócoli requiere de un balanceado suministro de nutrientes para mostrar una cosecha competitiva exportable, se sabe que si el cultivo de brócoli sufre irregularidades fisiológicas por exposiciones a circunstancias anómalas especialmente de factores abióticos entre los que podemos mencionar temperaturas extremas, fertilizaciones excesivas o deficientes, también riegos inadecuados, problemas de mal drenaje, demasiada densidad de siembra, estos factores desfavorables afectan directamente al crecimiento del brócoli afectando su calidad de esta hortaliza como también su rendimiento. (Toledo, 2003).

La agricultura orgánica en estos tiempos constituye una de las prioridades más importantes de este sector dado por sus bondades naturales de respeto por el medio ambiente, dentro de este marco ambientalista se ubica los bioestimulantes orgánicos, los cuales son compuestos que brindan una alternativa de incremento de rendimiento sin afectar el medio ambiente que lo rodea.

La presente investigación tiene como finalidad evaluar el manejo del cultivo de brócoli con la utilización de bioestimulantes orgánicos para ver como mejora su comportamiento agronómico como su rendimiento, bajo las condiciones agroclimáticas de la localidad de Huari, como un aporte a los productores de hortalizas de mi distrito en el departamento de Ancash con la finalidad de que puedan contar con literatura actualizada sobre el tema.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Existe un bioestimulante orgánico que mejora el comportamiento y rendimiento del cultivo de brócoli en condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash?

### **1.2.2. Problema específico**

- ¿Existe un bioestimulante orgánico que mejora el comportamiento del cultivo de brócoli bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash?
- ¿Existe un bioestimulante orgánico que mejora el rendimiento del cultivo de brócoli bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash?
- ¿Existe un bioestimulante orgánico que presenta menor costo de producción en el cultivo de brócoli bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar efecto de aplicación de bioestimulantes orgánicos en el comportamiento y rendimiento agronómico de cultivares de brócoli bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar efecto de bioestimulantes orgánicos en el comportamiento agronómico en la planta de brócoli, bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash.

- Determinar efecto de bioestimulantes orgánicos en el rendimiento agronómico en la planta de brócoli, bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash.
- Determinar el bioestimulante orgánico de mejor costo de producción en la evaluación de cultivares de brócoli, bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash.

#### **1.4. Justificación de investigación**

El brócoli es una hortaliza que en la nutrición humana aporta vitamina A (beta – caroteno), vitamina B2 (riboflavina y niacina), también presenta vitamina C (ácido ascórbico), mostrando en 100 g de materia comestible en: proteína 4,9 g, calcio 93 mg, fósforo 86 mg, hierro 1,2 mg, ácido ascórbico reducido 11, 4 mg. (Ugás et al., 2000).

El brócoli como cultivo necesita de climas templados, esta hortaliza es ligeramente tolerante a heladas y una de las formas para buscar un mejor comportamiento y rendimiento agronómico es la introducción en su manejo de los llamados bioestimulantes orgánicos lo que constituye el fundamento del presente ensayo cuyo título es: Evaluación de bioestimulantes orgánicos en comportamiento y rendimiento del cultivo Brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Pleck) en condiciones agroclimáticas de Huari, Áncash.

#### **1.5. Delimitación del estudio**

- **Delimitación Espacial**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el sector vista legra, terreno de propiedad de la familia Rodríguez, ubicado en el caserío de Chucos, Distrito de Huantar, Provincia de Huari, Departamento de Ancash, geográficamente se encuentra en las coordenadas estándar UTM: Zona 43 hemisferio sur, Este (UTMX): 737962.3, Norte (UTMY): 8964829.9 y una altura de 3149 msnm.

- **Delimitación Temporal**

El trabajo de campo se ejecutó en la temporada de invierno – primavera (julio-octubre del 2022)

- **Delimitación social**

Esta investigación beneficiara a los agricultores del caserío de Chucos, a los productores del distrito de Huantar, Provincia de Huari.

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Dyguay (2011), desarrolló un ensayo en Guaytacama, en la provincia de Cotopaxi Ecuador a 2906 msnm. con el objetivo de evaluar tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de brócoli referido a su efectividad, identificación del más destacado y analizarlos económicamente. Utilizó como diseño estadístico bloques totalmente randomizados los tratamientos utilizados fueron tres bioestimulantes basfoliar algae, biotek y Seaweed extrat, se probaron tres dosis para cada uno a razón de 1,5; 2,0 y 2,5 l ha<sup>-1</sup> más un testigo sin aplicación, haciendo un total de 10 tratamientos. Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de pellas o cabeza, peso de las pellas o cabezas, rendimiento y análisis económico. Dentro de los resultados obtenidos el bioestimulante Seaweed estrat a razón de 2,5 l ha<sup>-1</sup> presento la mayor altura del brócoli 56,67 cm, el menor tiempo en floración respecto al testigo, el mayor diámetro de tallo con 19,00 cm, la mayor cabeza o pella con 66,33 cm, respecto al rendimiento presentó 33749,99 kg ha<sup>-1</sup> en relación al testigo que llegó a 19583,33 kg ha<sup>-1</sup> y además este bioestimulante presentó la mayor utilidad económica \$ 6534,66

Bravo y Saltos (2022), evaluaron los efectos de dosis de bioestimulantes a base de algas marinas en el cultivo de frejol caupí bajo condiciones del campus de la escuela superior politécnica de Manabí, ciudad de Calceta Ecuador. Se utilizó el diseño completo randomizado con dos factores, siete tratamientos y cuatro repeticiones haciendo 28 unidades experimentales, los tratamientos utilizados fueron siete: Seaweed extract en dosis de 0,5, 0,75, 1L/ha Basfoliar algae en dosis de 0,5, 0,75, 1L/ha más un tratamiento testigo. El análisis de varianza evidenció que la utilización de los bioestimulantes en base de algas marinas incremento la longitud de vainas, así como el número de semillas, no influyendo en el rendimiento del cultivo, su análisis económico evidenció que Seaweed extrat dosificado a 1 litro por hectárea originó los mejores beneficio costos.

Ubilla (2017) estudió la respuesta de aplicación de bioestimulantes orgánicos a base de algas marinas en el cultivo de maíz, el experimento se ejecutó en la finca Diana Marisol Santo Domingo Ecuador, aplicándose el diseño de bloques completamente randomizado con siete tratamientos y tres repeticiones haciendo 21 unidades experimentales los tratamientos fueron: T1: 600 g ha<sup>-1</sup> de Agrostemin, T2: 400 g ha<sup>-1</sup> de Agrostemin, T3: 200 g/ha de Agrostemin, T4: 1.5 L ha<sup>-1</sup> de Basfoliar Algae, T5: 1.0 L ha<sup>-1</sup> de Basfoliar Algae, T6: 0.5 L ha<sup>-1</sup> de Basfoliar Algae y T7: Testigo sin fertilización foliar. Concluyendo que al aplicarse Basfoliar algae se obtuvo mayor rendimiento de grano por hectárea 7 310 kg así también el mayor beneficio económico mostrando una relación beneficio/costo de 1,41 %

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Yepez (2021), ejecuto una investigación en el centro agronómico K'ayra – Cusco con el objetivo de determinar el rendimiento y comportamiento de dos variedades de brócoli por efecto de bioestimulantes orgánicos los tratamientos utilizados fueron seis: dos bioestimulantes Phyllum Max R y Seaweed creme, con dos variedades Chou-Cavolo y Condidant y dos testigos que eran las mismas variedades sin aplicación de bioestimulante Se eligió el diseño bloques completos al azar con arreglo factorial 2x3, 6 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: peso fresco de pella, diámetro de pella, altura de planta, número de hojas. Concluyendo que el bioestimulante Seaweed creme aplicándose 19 l ha<sup>-1</sup> ocupó el primer lugar para peso fresco de pella con 465,93 g/planta. En relación a la longitud de raíz el bioestimulante Seaweed creme 19 l/ha ocupó el primer lugar con 12,72 cm de raíz por planta. En cuanto al diámetro de pella el bioestimulante Seaweed creme a la dosis de 19 l/ha mostró el primer lugar con 20,88 cm de diámetro, Respecto al peso fresco de planta indica que el bioestimulante Phyllum 5,6 l/ha ocupó el primer lugar con 1721.00 g/planta.

Tintayo (2020), realizó una investigación en el distrito del tambo, Huancayo Junín. Con el objetivo de evaluar el bioestimulante Phyllum a diferentes dosis en el rendimiento del cultivo de Espinaca, el bioestimulante fue utilizado a la dosis 00, 50, y 100 ml por mochila de 20 litros aplicados en cuatro momentos a los 43, 57, 74 y 89 días después de la siembra, se instaló mediante bloques randomizados con arreglo factorial 3A\*3B, donde A son las dosis del bioestimulante orgánico Phyllum y B los cuatro híbridos de espinaca Viroflay, Manatee rz, Pv 1369, Tiger rz haciendo un total de 12 tratamientos. Las variables

utilizadas fueron altura de planta, número de hojas, y rendimiento. Entre sus resultados podemos apreciar que el mejor rendimiento lo obtuvo la dosis de 50 ml/20l con 16127 kg ha<sup>-1</sup> así también este estimulante reporto mayor altura de planta y mayor número de hojas, concluyendo que el bioestimulante orgánico Phyllum maxr generó una influencia significativa.

Benavides, (2019), evaluó el comportamiento de los ácidos húmicos y bioestimulantes en el incremento del rendimiento del cultivo de vainita en la irrigación Majes Arequipa, con el objetivo de determinar su efecto en el desarrollo vegetativo y en rendimiento los tratamientos fueron la combinación de los ácidos húmicos super charge, Golden black, biofer humic y los bioestimulantes Agrostemin, Biogyz, Biozyme totalizando 10 tratamientos, las variables evaluadas fueron altura de planta, longitud de vaina, número de vainas, peso de vainas, rendimiento y análisis de rentabilidad, concluyendo en cuanto a altura de planta agrostemin ocupó el segundo lugar con 49,67 cm y biogyz tercer lugar con 48,69 cm, mientras que en longitud de vaina ocupa el primer lugar Agrostemin y biogyz con 18,23 y 17,14 cm respectivamente. Respecto al número de vainas por planta biozyme ocupó el primer lugar con 27,80 cm, agrostemin el segundo lugar con 26,06 cm y biogyz el tercer lugar con 23,63. En cuanto a peso de vaina por planta agrostemin y biogyz ocuparon el primer lugar con 44,41 g y 39,59 g respectivamente y en relación al rendimiento agrostemin ocupó el primer lugar con 17 183,33 kg ha<sup>-1</sup> y biogyz el segundo lugar con 15 600 kg ha<sup>-1</sup>.

Coronado, (2015), en un estudio hecho en el distrito de Huancabamba, departamento de Piura, con el objetivo de evaluar el efecto de ocho combinaciones de dos bioestimulantes orgánicos foliares con cuatro dosis diferentes en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var *Itálica* Plenck), estos tratamientos utilizados fueron en total 9: Biogen 200 cc.ha<sup>-1</sup>, Biogen 400 cc.ha<sup>-1</sup>, Biogen 600 cc.ha<sup>-1</sup>, Biogen 800 cc.ha<sup>-1</sup>, Fertimar 200 g.ha<sup>-1</sup>, Fertimar 400 g.ha<sup>-1</sup>, Fertimar 600 g.ha<sup>-1</sup>, Fertimar 800 g.ha<sup>-1</sup>, más un testigo sin aplicación. El diseño estadístico utilizado fue bloques completamente randomizado con 4 repeticiones, además para las comparaciones de promedios se utilizó Dunnet al 0.05 de probabilidad. Las variables evaluadas fueron: rendimiento, peso de inflorescencia altura de planta, materia seca y área foliar. Concluyendo que la formulación fertimar 800g ha<sup>-1</sup> para la característica altura de planta ocupó el primer lugar con 33,61 cm, respecto al

rendimiento que la formulación fertimar 800g ha<sup>-1</sup> para la característica rendimiento y peso de inflorescencia ocupó el primer lugar con 3,84 t ha<sup>-1</sup> y 145,40 g respectivamente.

Ramírez, (2013), realizó una investigación sobre la respuesta fisiológica de tres dosis de trihormonas en el cultivo de la col china (*Brassica pekinensis*) variedad kiboho 90 F-1 en el distrito de lamas, departamento de San Martín con el objetivo de analizar la producción mediante tres dosis de trihormona Agrostemin y realizar análisis económico de tratamientos, utilizándose bloques completos al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, concluye que la trihormona Agrostemin incrementó crecimiento y desarrollo estructural de la planta a mayor dosis de Agrostemin se alcanzó mayor altura de planta, peso de pella, diámetro de pella y el rendimiento.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Historia y origen**

El brócoli es una variedad cultivada proveniente de la col silvestre, indica que tuvo su origen en la zona del mediterráneo y sostiene que fue conocido y cultivado antes de la coliflor, la col, col de Bruselas, la palabra brócoli es de origen italiano y se deriva del latín brachium que significa brazo o rama, en 1806 los italianos llevaron el brócoli a los estados unidos de norte américa, volviéndose popular en el año de 1920, recordándose como mérito a los pioneros Andrea y Estefano D'arrigo. (Bernal, 2011).

### **2.2.2. Importancia del cultivo**

El brócoli es la hortaliza considerada de gran valor nutritivo por unidad de peso y porque supuestamente previene enfermedades incluyendo el cáncer, también tiene características ideales como producto congelado se dice que a nivel mundial existe una demanda de 100 000 Hectáreas sembradas. EEUU de norte américa es uno de los mayores productores del mundo, mientras que en américa se cultiva en México, Guatemala, Chile, Ecuador Perú (Minagri, 2021).

### **2.2.3. Valor nutritivo**

El brócoli es una hortaliza que tiene valoración nutritiva porque muestra dentro de sus características ser rica en ciertas vitaminas, algunos minerales y sobre todo en fibra, el cual

lo hace ser preferida en ensaladas por sus beneficios en la digestión ya que la mejora y a la vez ofrece buen rendimiento (Coronado, 2015).

#### **2.2.4. Taxonomía del brócoli**

Itis (2011), menciona que taxonómicamente la clasificación del brócoli corresponde a:

Reino: Plantae

Subreino: Viridiplantae

Infrareino: Streptophyta

División: Tracheophyta

Subdivisión: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida

Superorden: Rosanae

Pedido: Brassicales

Familia: Brassicaceae

Género: Brassica L.

Especies *Brassica oleraceae* var. *Itálica* Plenck L.

#### **2.2.5. Características morfológicas**

Menciona que la planta de brócoli es herbácea, posee un tallo principal, diámetro hasta 6 cm con amplitud hasta 50 cm, entrenudos menudos. El número de hojas llegan a un máximo de 30, estas poseen 50 cm de largo y 30 cm de ancho aproximadamente con cutícula cerosa, su inflorescencia tipo pella, corimbo, que en estado inmaduro es lo comestible de la planta denominado cabeza, contiene flores actimorfas perfectas, pétalos sueltos, color amarillo en un número de cuatro. El fruto es silicua con semillas redondas marrones. Su sistema radicular consiste en una raíz pivotante pudiendo llegar fácilmente a los 80 cm (INIA, 2003).

#### **2.2.6. Clima y suelo**

##### **2.2.6.1. Clima**

Las condiciones meteorológicas del lugar durante los meses marzo a diciembre en que se realizó la presente investigación se indica en la tabla 1. Durante el experimento la temperatura máxima fluctuó de julio a octubre entre 18°C y 19°C. La temperatura mínima fluctuó entre 14°C y 15°C. Condición favorable para el crecimiento y desarrollo del cultivo de Brócoli por ser un cultivo de climas templado y temperaturas óptimas entre 14°C y

18°C, siendo ligeramente tolerante a heladas. Referente a la humedad relativa esta osciló entre 86,9 y 84,8 siendo estas ideales para que el cultivo exprese buenas características agronómicas y también un buen rendimiento en peso.

**Tabla 1**

*Datos meteorológicos*

Meses	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media	
	°C	°C	°C	
Marzo	25	19	22,5	82,5
Abril	24	17	20,5	81,9
Mayo	22	15	18,5	84,9
Junio	20	14	17,0	85,7
Julio	17	15	16,5	86,9
Agosto	17	14	15,5	87,0
setiembre	18	14	16,0	84,8
Octubre	19	15	17,0	85,2
Noviembre	22	17	19,5	82,7
Diciembre	24	19	21,5	80,8

Fuente: datos meteorológicos de Huaras-Ancash

#### **2.2.6.2. Suelo**

El suelo del área experimental se muestreó en zig zag, mediante el método de la diagonal a una profundidad de 40 cm para observar su riqueza en la zona radicular, después de homogenizarse el total de muestras, se sacó una muestra representativa de suelo de 1 kg enviándose al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo para su análisis respectivo el cual se muestra en el anexo 2, indicando que este suelo es un franco arenoso, con porcentaje medio de materia orgánica y nitrógeno total, bajo en fósforo y potasio, ligeramente ácido y sin problemas de salinidad ideal para el cultivo del brócoli.

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

- **Phyllum max R**

Bioestimulante orgánico en base a algas marinas *Ascophyllum nodosum* con macros y microelementos estimulando metabolismo y funciones fisiológicas, ideal para aplicaciones

a las hojas y también en riego localizado, traducándose en mayor rendimiento del cultivo aplicado Anasac (2016).

- **Fertimar**

Bioestimulante orgánico compuesto con algas marinas contiene macro, micro elementos, auxinas, las citoquininas y giberelinas entre otros. Psw (2022).

- **Agrostemin**

Bioestimulante fitonutricional con protohormonas. Extracto natural 100% puro de algas marinas *Ascophyllum nodosum* sin aditivo artificial (Edifarm, 2020).

- **Biogyz**

Bioestimulante orgánico, con extracto concentrado y fitohormonas, contiene auxinas, giberelinas, citoquininas y ácido abscisico su aplicación debe ser foliar o por riego por goteo, es promotor de crecimiento y desarrollo estructural de la planta, para mayor rendimiento de los cultivos. (Farmagro, 2020).

- **Seaweed creme**

Bioestimulante orgánico para crecimiento compuesto en base de algas marinas *Ascophyllum nodosum* además posee auxinas, citoquininas y giberelinas los cuales inciden en su fisiología y rendimientos de los cultivos (Bioflora, 2014).

- **Evaluación de la investigación**

Referente a las diferentes fases de la investigación que se requiere verificar por parte del investigador además de ser un control de sus registros (Villegas, 2014).

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

### **2.4.1. Hipótesis general**

- $H_a$ : Los bioestimulantes orgánicos tendrán efecto en el comportamiento y rendimiento del cultivo de brócoli, bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- $H_{a1}$ : Los bioestimulantes orgánicos afectan el comportamiento agronómico de la planta de brócoli, bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash.
- $H_{a2}$ : Los bioestimulantes orgánicos afectan el rendimiento del cultivo de brócoli, bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash.

- H<sub>3</sub>: los bioestimulantes orgánico tienen efecto en el costo de producción del cultivo de brócoli, bajo condiciones agroclimáticas de Huari, Ancash.

## 2.5. Operacionalización de las variables

La construcción de la operacionalización de las variables siguió el formato establecido por (Espinoza, 2019).

**Tabla 2**

*Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Bioestimulantes (Independiente)	.Productores mejoradores de de la capacidad fisiológica de la planta.  .Aliados a protección y nutrición de la planta.	- Testigo - Phyllum max R. - Fertimar - Agrostemin - Biogyz - Seaweed creme	T0 T1 T2 T3 T4 T5 250 mL ha <sup>-1</sup>	.Nominal  .Discretas
Características agronómicas (Dependiente)	.Mediante ensayos de campo en ambientes contrastantes y representativos, incluyendo la evaluación de respuestas a factores productores de estreses bióticos y abióticos.	<b>Características Morfológicas:</b> - Número de hojas - Largo de hoja - Ancho de hoja - Altura de plantas <b>Características del fruto:</b> - Altura de cabeza o pella - Diámetro de inflorescencia - Peso de cabeza o pella - Numero de frutos <b>Características de producción y rendimiento :</b> - Peso de fruto - Rendimiento	(Unid.),  (cm), (cm),  (cm),  (cm),  (cm),  Kg  Unid.  kg  kg ha <sup>-1</sup>	. Unidades  .Nominal      .Discretas

## **CAPITULO III. METODOLOGIA**

### **3.1. Gestión del experimento**

#### **3.1.1. Ubicación**

El proyecto de investigación se desarrolló en la localidad de Chucos, del distrito de Huanter, provincia de Huari y departamento de Ancash, geográficamente se encuentra en las coordenadas estándar UTM: Zona 43 hemisferio sur, Este (UTMX): 737962.3, Norte (UTMY): 8964829.9 y una altura de 3149 msnm.

#### **3.1.2. Característica del área experimental**

##### **a) Características de la unidad experimental**

- Números de surcos/tratamiento:03
- Distancia entre surcos: 0.80 m
- Distancia entre plantas: 0.40 m
- Hileras por surco: 01
- Número de plantas por golpe: 01
- Ancho de la unidad experimental: 2,4 m
- Largo de la unidad experimental: 5,00 m
- Área de la unidad experimental: 12 m<sup>2</sup>

##### **b) Características del bloque experimental.**

- Número de tratamientos:06
- Número de bloques: 03
- Ancho del bloque experimental:14,40 m
- Largo del bloque experimental: 5.00 m
- Área del bloque experimental: 72 m<sup>2</sup>

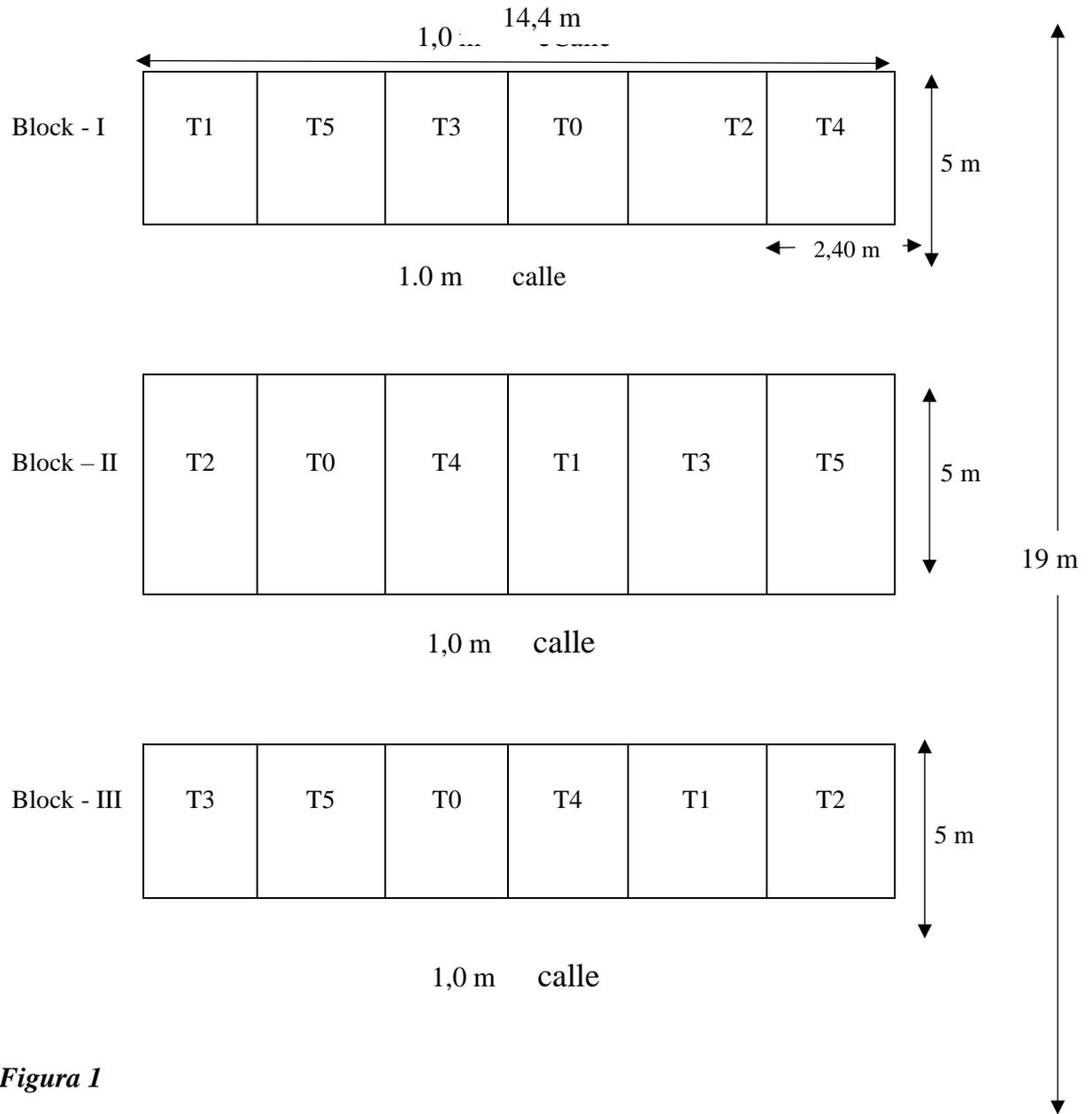
##### **c) Características del área experimental.**

- Ancho: 14,40 m
- Largo: 19.00 m.
- Área total: 273,60 m<sup>2</sup>.

### d) Croquis

Área de la unidad experimental: 12 m<sup>2</sup>

Área total: 273,60 m<sup>2</sup>



**Figura 1**

Croquis del campo experimental

### 3.1.3. Tratamientos

**Tabla 3**

*Tratamientos utilizados en la investigación*

Tratamientos	Bioestimulante orgánico	Dosis ml/cil	Número y momento de aplicaciones después del trasplante		
T0	Testigo	0,0	0	ninguna	
T1	Phyllum max R.	250	4	4-6 h.verd, 14,15,15 días	
T2	Fertimar	250	4	4-6 h.verd,14,15,15 días	
T3	Agrostemin	250	4	4-6 h.verd, 14,15,15 días	
T4	Biogyz	250	4	4-6 h.verd, 14,15,15 días	
T5	Seaweed creme	250	4	4-6 h.verd, 14,15,15 días	

### 3.1.4. Diseño experimental

#### a) Diseño estadístico

Se empleó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con seis tratamientos y tres repeticiones (Calzada, 1982), para comparar promedios de las características evaluadas se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de confianza del 5%.

**Tabla 4**

*Análisis de varianza*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Sig.
Bloque	2	SCB	SCB/2	CMB/CME		
Tratamiento	5	SCT	SCT/5	CMT/CME		
Error	10	SCE	SCE/10			
TOTAL	17	SCT				

Fuente: Miranda et al. (2011)

Modelo aditivo lineal:  $Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \epsilon_i$

$Y_{ij}$  = Es el valor observado en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque

$\mu$  = Es el efecto de la media general

$t_i$  = Es el efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Es el efecto del j-ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = Es el efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque

### **3.1.5. Variables a evaluar**

Las variables evaluadas se realizaron en 10 plantas seleccionadas al azar del surco central de cada una de las unidades experimentales así:

#### **a) Altura de la planta**

Se evaluará en 10 plantas tomadas al azar del surco central de cada tratamiento, utilizando una wincha y midiendo del cuello del brócoli hasta la parte superior de su inflorescencia registrándose en cm

#### **b) Número de hojas**

Se contarán el número de hojas por planta en cada tratamiento y se registró en un formato para su procesamiento.

#### **c) Largo de hoja**

Se contarán el número de hojas por planta en cada tratamiento y se registró en un formato para su procesamiento.

#### **d) Ancho de hoja**

Se contarán el número de hojas por planta en cada tratamiento y se registró en un formato para su procesamiento.

#### **e) Altura de cabeza o pella**

Se evaluó en 10 plantas tomadas al azar del surco central de cada tratamiento, utilizando una wincha y midiendo del cuello del brócoli hasta la parte superior de su inflorescencia registrándose en cm.

#### **f) Diámetro de cabeza o pella**

El registro de esta variable se efectuó al final de la cosecha para determinar el diámetro de cabeza o pella promedio del brócoli por cada cultivar utilizado en el experimento.

#### **g) Peso de cabeza o pella**

Esta variable se evaluó eligiendo al azar 10 inflorescencias de las plantas de brócoli del surco central de cada tratamiento, luego se pesó y se registró en gramos.

#### **h) Rendimiento en tn ha<sup>-1</sup>**

Se determinó a la cosecha de las inflorescencias, pesándose el total de inflorescencias de las plantas por tratamiento y luego se proyecta el rendimiento por hectárea.

### **3.1.6. Conducción del experimento**

#### **a) Instalación del campo experimental**

Se inició con el preparado del campo, teniendo en cuenta el desmalezado, nivelación, acondicionamiento, realizando las medidas de distribución de los seis tratamientos en los tres bloques.

#### **b) Preparación de fuentes almacigueras**

El almácigo de Brócoli se realizó en 3 bandejas almacigueras de 242 platines por bandeja, colocando una semilla en cada casillero, donde transcurrió 1 mes para su trasplante.

#### **c) Trasplante de plantines en el campo experimental**

El trasplante se realizó a una distancia entre surco 80 cm y entre golpes 40 cm a una hilera por surco.

#### **d) Distribución de tratamientos**

Los tratamientos fueron aplicados a la dosis de 250 ml/cil, en cuatro momentos, primero cuando el cultivo mostró 4 a 6 hojas verdaderas, luego a los 14 días, después a los 15 días y finalmente a los 15 días siguientes.

#### **e) Aplicación de riegos**

El primer riego fue de enseo para llevar al suelo a punto de capacidad de campo y proceder con el trasplante, luego se hicieron los riegos semanalmente.

#### **f) Fertilización**

La fertilización fue realizada en dos momentos, a los 8 días después del trasplante y luego a los 40 días después del trasplante, utilizando en la primera fertilización 1/3 del nitrógeno todo el fosforo y potasio y en la segunda fertilización se complementó los 2/3 de nitrógeno restante, haciendo un total de 200-150-180 de NPK.

#### **g) Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual con lampa, realizándose hasta en cinco oportunidades.

#### **h) Control fitosanitario**

Con respecto a plagas y enfermedades, previamente se realizó evaluaciones del daño causado para proceder a controlarlos entre ellas se presentó el gusano de tierra controlado con riegos pesados, en relación a enfermedades no hubo incidencia alguna.

**i) Cosecha**

La recolección se realizó en forma manual, en tres oportunidades, teniendo en cuenta que la planta estuvo en condiciones de cosecha.

**3.2. Técnicas para el procesamiento de la información**

Los registros de campo fueron ordenados utilizando Excel de acuerdo a la variable indicada y luego trasladada al programa Infostat versión estudiantil para su análisis de varianza y luego aplicando para comparación de promedios Tukey a un 95% de confianza, (Calzada, 1982).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

La Tabla 5, muestra los resultados del análisis de varianza para altura de planta donde observamos que en fuentes de variación para bloques no presentan diferencias estadísticas significativas, referente a tratamiento muestra diferencias altamente significativas, el coeficiente de variación fue de 8,78 %, indicando que la investigación ha controlado eficientemente el error experimental, considerándose dicho valor como aceptable por Miranda et al., (2011). La altura de planta fluctuó entre 32 y 46,67 cm con un promedio general de 40,30 cm.

**Tabla 5**

*Análisis de la varianza para altura de planta*

F.V.	SC	GL	CM	F-Cal	p - valor	Significación
Bloques	21.33	2	10.67	0.85	0.4557	ns
Tratamientos	359.33	5	71.87	5.73	0.0094	**
Error	125.33	10	12.53			
Total	506	17				

ns = no significativo    \*\* = altamente significativo    C.V: 8,78 %    Prom. 40.3 cm

Según la prueba de Tukey al 5% (Tabla 6), se observa el comparativo de promedios de altura de planta, agrupándolos en dos, el primer grupo reportó promedios que fluctúan entre el tratamiento T5 (Seaweed creme) de 46,67 cm quien reportó la mayor altura y el tratamiento T3 (Agrostemin) con 39,33 cm. El segundo grupo lo ocupó el tratamiento T0 (testigo) con 32 cm el que mostró el menor tamaño de planta.

**Tabla 6**

*Prueba Tukey del comparativo de promedios de altura de planta*

Tratamientos	Promedios (cm)	Agrupación	
Seaweed creme	46.67	a	
Phyllum max R.	43.33	a	
Biogyz	40.67	a	b
Fertimar	40.00	a	b
Agrostemin	39.33	a	b
Testigo	32.00		b

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

#### 4.2. Número de hojas

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 7, para número de hojas, no expresaron diferencias estadísticas entre bloques, pero sí alta significación estadística entre tratamientos. El coeficiente de variación fue de 6,02% considerado dicho valor como aceptable por Miranda et al., (2011), con un promedio de 25 hojas por planta.

**Tabla 7**

*Análisis de varianza de número de hojas por planta.*

F.V.	SC	GL	CM	F-Cal	p - valor	Significación
Bloques	1.33	2	0.67	0.29	0.7514	ns
Tratamientos	66.00	5	13.2	5.82	0.0089	**
Error	22.67	10	2.27			
Total	90.00	17				

ns = no significativo \*\* = altamente significativo C.V: 6,02 % Prom. 25 hojas

La prueba de tukey, Tabla 8, muestra el comparativo de medias para número de hojas por planta, obteniéndose dos lugares de ubicación. El primer lugar lo compartieron los cinco tratamientos que utilizaron bioestimulante orgánicos y en el último lugar se ubicó el tratamiento testigo.

**Tabla 8**

*Prueba Tukey al 5% de número de hojas por planta.*

Tratamientos	Promedios (Número de hojas)	Agrupación
Seaweed creme	27.33	a
Phyllum max R.	26.67	a
Biogyz	25.33	a
Agrostemin	24.67	a
Fertimar	24.67	a
Testigo	21.33	a

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

#### 4.3. Longitud de hoja por planta

En la tabla 9, se muestran los resultados del análisis de varianza respecto a la longitud de hoja por planta donde se observa que estadísticamente no hay diferencia significativa entre bloques ni tampoco existe diferencia significativa entre tratamientos. Presentando un C.V. de 3,62 % indicando precisión experimental Miranda et al., (2011) y un promedio para longitud de hoja de 46,9 cm.

**Tabla 9***Análisis de la varianza de longitud de hoja por planta (cm)*

F.V.	SC	GL	CM	F-Cal	p - valor	Significación
Bloques	13.78	2	6.89	2.38	0.1423	ns
Tratamientos	47.11	5	9.42	3.26	0.0527	ns
Error	28.89	10	2.89			
Total	89.78	17				

ns = no significativo \* = significativo C.V: 3,62 % Prom. 46,9 cm

En la tabla 10 según tukey se observa respecto al comparativo de promedios de longitud de hoja que el primer lugar lo ocupan todos los tratamientos que utilizaron bioestimulantes orgánicos y el último lugar lo ocupa el tratamiento testigo.

**Tabla 10***Prueba Tukey de longitud de hoja por planta (cm)*

Tratamientos	Promedios (cm)	Agrupación
Seaweed creme	49.33	a
Phyllum max R.	47.33	a
Biogyz	47.33	a b
Agrostemin	47.33	a b
Fertimar	46.00	a b
Testigo	44.00	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**4.4. Ancho de hoja**

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 11, para ancho de hoja, no evidenciaron diferencias estadísticas entre bloques, ni tampoco diferencia estadística entre tratamientos. Presentando un C.V. de 5,82 % indicando precisión experimental por Calzada (1982) y un promedio para ancho de hoja de 27,33 cm.

**Tabla 11***Análisis de la varianza de ancho de hoja (cm)*

F.V.	SC	GL	CM	F-Cal	p - valor	Significación
Bloques	4.00	2	2	0.79	0.4805	ns
Tratamientos	34.67	5	6.93	2.74	0.0824	ns
Error	25.33	10	2.53			
Total	64.00	17				

ns = no significativo C.V: 5,82 % Prom. 27,33 cm

La prueba de Tukey, Tabla 12, muestra el comparativo de medias para ancho de hoja por tratamiento, obteniéndose dos lugares de ubicación. El primer lugar lo compartieron todos los tratamientos con bioestimulantes orgánicos utilizados y el último lugar fue ocupado por el tratamiento testigo.

**Tabla 12**

*Prueba Tukey de promedio de ancho de hoja (cm)*

Tratamientos	Promedios (cm)	Agrupación	
Seaweed creme	29.33	a	
Phyllum max R.	28.00	a	b
Fertimar	27.33	a	b
Agrostemin	27.33	a	b
Biogyz	27.33	a	b
Testigo	24.67		b

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

#### **4.5. Altura de cabeza o pella**

El análisis de varianza mostrado en la tabla 13, sobre altura de cabeza o pella, determina que no existen diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos, en tanto el coeficiente de variabilidad fue 9,65% indicando confiabilidad en los resultados que se muestran (Miranda et, al., 2011) y su promedio para altura de cabeza o pella fue de 17,3 cm.

**Tabla 13**

*Análisis de la varianza de altura de cabeza o pella (cm)*

F.V.	SC	GL	CM	F-Cal	p - valor	Significación
Bloques	1.33	2	0.67	0.24	0.7925	ns
Tratamientos	18.67	5	3.73	1.33	0.3259	ns
Error	28.00	10	2.8			
Total	48.00	17				

ns = no significativo C.V: 9,65 % Prom. 17,3 cm

La tabla 14 muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5 % del comparativo de altura de cabeza, mostrando solo un grupo respuesta ocupados por todos los tratamientos incluyendo al testigo.

**Tabla 14***Prueba Tukey al 5% comparativo de altura de cabeza o pella.*

Tratamientos	Promedios (cm)	Agrupación
Phyllum max R.	18.67	a
Seaweed creme	18.67	a
Agrostemin	17.33	a
Testigo	16.67	a
Biogyz	16.67	a
Fertimar	16.00	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**4.6. Diámetro de inflorescencia o pella**

La tabla 15 visualiza el análisis de varianza a la cosecha respecto al diámetro de inflorescencia o pella del brócoli determinando que no existen diferencias estadísticas entre los bloques ni entre tratamientos, el coeficiente de variabilidad fue 8,21% indicando confiabilidad en los resultados que se muestran por Miranda et al. (2011), mostrando un promedio de diámetro de inflorescencia de 18,3 cm.

**Tabla 15***Análisis de la varianza para el diámetro de inflorescencia o pella (cm),*

F.V.	SC	GL	CM	F-Cal	p - valor	Significación
Bloques	1.33	2	0.67	0.29	0.7514	ns
Tratamientos	18.00	5	3.60	1.59	0.2492	ns
Error	22.67	10	2.27			
Total	42.00	17				

ns = no significativo C.V: 8,21 % Prom. 18.3 cm

Según la prueba de Tukey al 5% Tabla 16, muestra el comparativo de medias para diámetro de inflorescencia o pella (cm) a la cosecha del experimento, ocupando todos los tratamientos el mismo lugar incluyendo al testigo.

**Tabla 16***Prueba Tukey al 5% comparativo de diámetro de inflorescencia o pella (cm)*

Tratamientos	Promedios (cm)	Agrupación
Phyllum max R.	19.33	a
Seaweed creme	19.33	a
Biogyz	18.67	a
Agrostemin	18.67	a
Fertimar	17.33	a
Testigo	16.67	a

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

#### 4.7. Peso de cabeza o pella

La tabla 17 visualiza el análisis de varianza a la cosecha respecto al peso de cabeza o pella, determinando que no existen diferencias significativas entre bloques pero si existe diferencia significativa entre tratamientos, el coeficiente de variabilidad fue 12,17% indicando confiabilidad en los resultados que se muestran por Miranda et al. (2011), mostrando un promedio de peso de cabeza o pella de 395 g.

**Tabla 17**

*Análisis de la varianza para peso de cabeza o pella (g)*

F.V.	SC	GL	CM	F-Cal	p - valor	Significación
Bloques	2433.33	2	1216.67	0.53	0.6061	ns
Tratamientos	65116.67	5	13023.33	5.64	0.0100	*
Error	23100.00	10	2310.00			
Total	90650.00	17				

ns = no significativo \* = significativo C.V: 12,17 % Prom. 395 g

Según la prueba de Tukey al 5% Tabla 18, muestra el comparativo de medias de peso de cabeza o pella (g) a la cosecha del experimento, ocupando el primer lugar los bioestimulantes orgánicos Seaweed creme, Phyllum max R., Biogyz, Fertimar, Agrostemin y el último lugar lo ocupa el testigo.

**Tabla 18**

*Prueba Tukey al 5% comparativo de cabeza o pella (g)*

Tratamientos	Promedios (g)	Agrupación
Seaweed creme	476.67	a
Phyllum max R.	430.00	a
Biogyz	413.33	a b
Fertimar	390.00	a b
Agrostemin	380.00	a b
Testigo	280.00	b

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

#### 4.8. Rendimiento

El análisis de varianza mostrado en la tabla 19 para el rendimiento de brócoli se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques pero si existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, el coeficiente de variabilidad fue 12,09%

indicando confiabilidad en los resultados que se muestran según Miranda. (2011), mostrando un promedio de rendimiento de 11961 kg ha<sup>-1</sup>

**Tabla 19**

*Análisis de la varianza para rendimiento de brócoli (kg ha<sup>-1</sup>),*

F.V.	SC	GL	CM	F-Cal	p - valor	Significación
Bloques	1401111.11	2	700555.56	0.33	0.7231	ns
Tratamientos	59849444.44	5	11969888.89	5.72	0.0095	**
Error	20912222.22	10	2091222.22			
Total	82162777.78	17				

ns = no significativo \*\* = significativo C.V:12,09 % Prom. 11961,1 kg ha<sup>-1</sup>

Según la prueba de Tukey al 5% Tabla 20, muestra el comparativo de medias de rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) a la cosecha del experimento, ocupando el primer lugar todos los bioestimulantes orgánicos utilizados en la investigación y el último lugar lo ocupó el testigo.

**Tabla 20**

*Prueba Tukey al 5% comparativo de rendimiento de brócoli (kg ha<sup>-1</sup>)*

Tratamientos	Promedios (kg ha <sup>-1</sup> )	Agrupación	
Seaweed creme	14300	a	
Phyllum max R.	12900	a	
Biogyz	12733	a	
Fertimar	12033	a	b
Agrostemin	11400	a	b
Testigo	8400		b

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

#### **4.9. Costo de producción**

Según se observa en la tabla 21 referente al estudio económico de los cinco bioestimulantes utilizados en el experimento, los costos de producción fluctúan exclusivamente debido a los diferentes precios de los bioestimulantes manejados en la investigación. El ingreso bruto en nuevos soles se lo halló multiplicando el rendimiento promedio de cada uno de los tratamientos utilizados (kg ha<sup>-1</sup>) por su precio actual de 1,5 nuevos soles por kg de brócoli en mercado. Se puede ver que todos los tratamientos arrojaron índices Beneficio / Costo positivo, es decir que todos los tratamientos generaron ganancias económicas incluyendo el testigo. El tratamiento que expresa la mayor utilidad neta es el bioestimulante orgánico Seaweed creme, el que muestra una mejor relación

beneficio costo B/C con un índice de 3,74 esto quiere decir que por cada nuevo sol que se invierte se gana 3,74 nuevos soles

**Tabla 21**

*Análisis de costo de producción por hectárea y la relación beneficio/costo (B/C)*

Tratamiento	Costo Bioestimulante s/.	Costo de Producción s/.	Ingreso Bruto s/.	Utilidad Neta s/.	Relación B/C
Seaweed creme	40	5740,00	21450	15710	3,74
Phyllum max R.	105	5805,00	19350	13545	3,33
Biogyz	150	5850,00	19100	13250	3,26
Fertimar	40	5740,00	18049	12309	3,14
Agrostemin	170	5870,00	17100	11230	2,91
Testigo	0,00	5700,00	12600	6900	2,21

## **CAPÍTULO V. DISCUSION**

### **5.1. Respecto al comportamiento agronómico**

Los bioestimulantes orgánicos utilizados en la investigación en su totalidad son reguladores de crecimiento de alto contenido de citoquininas, además de auxinas y giberelinas entre otros, colaborando en el desarrollo y crecimiento de la planta, permitiendo mejorar su estructura.

En relación a la altura de la planta, los resultados de la investigación concluye que los tratamientos con bioestimulantes orgánicos utilizados ocuparon el primer lugar con los resultados para Seaweed creme 46,67 cm, Phyllum max R. 43,33 cm, Biogyz 40,67 cm, Fertimar 40,00 cm, Agrostemin 39,33 cm, estos resultados obtenidos se aproximan a los obtenidos por Dyguay (2011) quien en la Provincia de Cotopaxi Ecuador con el objetivo de evaluar tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de brócoli referido a su efectividad, identificación del más destacado y analizarlo económicamente concluye para altura de planta que el bioestimulante Seaweed creme obtuvo el primer lugar con 56.67 cm. Similar resultado lo obtuvo Coronado (2015) Refiere en su investigación de dos bioestimulantes y cuatro dosis en la localidad de Huancabamba que para altura de planta el bioestimulante orgánico Fertimar obtuvo el primer lugar con una altura de 33,61 cm aproximándose.

Para número de hojas por planta los resultados de la investigación concluye que los tratamientos con bioestimulantes orgánicos utilizados también ocuparon el primer lugar con los siguientes resultados para Seaweed creme 27,33 cm, Phyllum max R. 26,67 cm, Biogyz 25,33 cm, Fertimar 24,67 cm, Agrostemin 24,67cm, similares resultados fueron obtenido por Tintayo (2020) quien en su investigación concluye que logra el mayor número de hojas con aplicaciones del bioestimulante orgánico Phyllum a la dosis de 50 ml/mochila de 20 litros.

### **5.2. Respecto al rendimiento del cultivo de brócoli**

En relación al rendimiento del cultivo de brócoli, el análisis estadístico de la investigación reportó que la aplicación de los bioestimulantes orgánicos utilizados en el experimento cuya formulación contiene altos niveles de fitohormonas naturales de auxinas, citoquininas y giberelinas que inducen efectos fisiológicos que ayudan a soportar presiones ambientales extremas mejorando la calidad y rendimiento del cultivo del brócoli aplicado a la dosis de 250 ml/cil, reportó efecto significativo para el peso promedio de cabeza o pella

y rendimiento, compartiendo todos los tratamientos con bioestimulantes el primer lugar. Estos resultados obtenidos son similares con lo reportado por Dyguay (2011) quien evaluando tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de brócoli referido concluye que el bioestimulante Seaweed creme obtuvo el primer lugar con  $19583 \text{ kg ha}^{-1}$ . Similares resultados fueron obtenidos por Ramírez (2013) señalando que la trihormona Agrostemin incrementó crecimiento y desarrollo estructural de la planta a mayor dosis de Agrostemin se alcanzó mayor peso, diámetro de pella y rendimiento.

### **5.3. Respecto al Costo promedio de producción**

Los resultados referidos al análisis de costo de producción por hectárea, la mayor relación beneficio/costo lo mostraron todos los bioestimulantes utilizados en el experimento incluyendo al testigo, es decir que todos los tratamientos generaron ganancias económicas. Pero el tratamiento que expresa la mayor utilidad neta es el bioestimulante orgánico Seaweed creme, el que muestra una mejor relación beneficio costo B/C con un índice de 3,74 esto quiere decir que por cada nuevo sol que se invierte se gana 3,74 nuevos soles.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

Una vez realizado los análisis estadísticos en el comportamiento agronómico, rendimiento y costo de producción se llega a las siguientes conclusiones:

- Respecto al comportamiento agronómico sobre altura de planta, número de hojas por planta, longitud de hoja, ancho de hoja presentaron diferencias significativas entre tratamiento demostrando que la aplicación foliar de los bioestimulantes orgánicos utilizados en el experimento incrementaron dichas características.
- En relación al comportamiento agronómico de altura de cabeza o pella y diámetro de inflorescencia por planta no presentaron diferencias estadísticas entre tratamiento indicando que la aplicación foliar de los bioestimulantes orgánicos no incrementan dichas características.
- De acuerdo a los resultados del análisis de rendimiento del cultivo de brócoli bajo condiciones agroclimáticas de Huari Ancash, se observa diferencias significativas entre tratamientos concluyéndose que la aplicación de los bioestimulantes orgánicos incrementa la producción.
- Referente al análisis de costo de producción la mayor rentabilidad la presenta el bioestimulante orgánico Seaweed creme el cual muestra una mejor relación B/C con un índice de 3,74.

### **6.2. Recomendaciones**

Se recomienda de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación:

- La utilización del bioestimulante orgánico Seaweed creme en el cultivo de brócoli bajo condiciones agroclimáticas de Huari Ancash, por presentar los mayores rendimientos en el ensayo.
- Repetir el experimento con los mismos bioestimulantes orgánicos utilizados y durante la misma estación climática, para corroborar los resultados de la investigación.
- Se recomienda realizar esta investigación en otras condiciones, para comparar su comportamiento con los resultados.

## CAPITULO VII. REFERENCIAS

- Anasac, (2016). Anasac international corporation, Phyllum Max R. Regulador de crecimiento <https://www.anasac.cl/agropecuario/wp-content/uploads/Etiqueta-web-Phyllum-Max-R.pdf>
- Benavides, J. (2019). *Ácidos húmicos y bioestimulantes para el incremento del rendimiento del cultivo de vainita (Phaseolus vulgaris L.) cv. Jade en la Irrigación Majes Arequipa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.] Arequipa-Perú.  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11342/IAbehujis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernal, J. (2011). Producción y comercialización de brócoli en el cantón Batztziquinzé, aldea xoncá, del municipio de nebaj, departamento de quiché - Guatemala. .  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_3779.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3779.pdf)
- Bioflora, Global organics group. (2014). Seaweedd creme. Regulador de crecimiento.  
<https://www.bioflora.com/mexico/producto/?prd=seaweed%20creme>
- Bravo, M. y Saltos, J. (2022). *Efecto de bioestimulantes a base de algas marinas en el cultivo de frejol caupí (Vigna unguiculata L. Walp)* [Tesis de pregrado, Escuela superior Politécnica Agropecuaria Manabí] Calceta, Ecuador.  
[https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1878/1/TIC\\_A14D.pdf](https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1878/1/TIC_A14D.pdf)
- Calzada, J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*, Editorial Unalm, tercera edición Lima-Perú, S.A. 644 paginas.
- Coronado, J. (2015). *Efecto de ocho combinaciones de dos bioestimulantes orgánicos foliares con cuatro dosis en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea L. var Itálica Plenck)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura] Piura-Perú.  
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/371/AGR-COR-VER-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Diguay, L. (2011). *Evaluación de tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de Brócoli (Brassica oleracea L.)*, cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo] Provincia del Carchi, Ecuador.  
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/130/T-UTB-FACIAG-AGR-000035.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

- Edifarm. (2020). *Agrostemin, vademécum agrícola* xv  
[https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm\\_quickagro/pdfs/productos/AGROSTEMIN-20181017-155130.pdf](https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/AGROSTEMIN-20181017-155130.pdf)
- Espinoza Freire, E. E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Conrado*, 15(69), 171-180. Epub 02 de setiembre de 2019. Recuperado en 14 de marzo 2023, de Recuperado en 25 de marzo de 2023, de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Faostat. (2020). *Datos sobre alimentación y agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura.*  
<https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Farmagro. (2020). *Biogyz. Ficha técnica Farmagro S.A.*  
[http://www.farmagro.com.pe/media\\_farmagro/uploads/ficha\\_tecnica/biogyz\\_ficha\\_tecnica\\_eie20XG.pdf](http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/ficha_tecnica/biogyz_ficha_tecnica_eie20XG.pdf)
- Instituto Nacional de Investigación Agraria, INIA (2003). *Cultivo del Brócoli*. Lima Perú.  
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/895>
- Integrated Taxonomic Information System ITIS (2022). *Itis-North América. Base de datos,*  
[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=23062#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=23062#null)
- MINAGRI (2018). *Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2018 Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas.*  
[https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos\\_estadisticas/anuarios/agricola/agricola\\_2018.pdf](https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_estadisticas/anuarios/agricola/agricola_2018.pdf)
- MINAGRI (2021). *Boletín estadístico mensual El Agro en cifras-2021, Ministerio de desarrollo agrario y riego. 4 febrero del 2021.*  
<https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/1763886-boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-2021>
- MIDAGRI (2022). *El agro en cifras. Boletín estadístico mensual. Ministerio de desarrollo agrario y riego*  
[https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos\\_estadisticas/mensual/Agro/2022/Agro\\_en\\_cifras\\_04\\_2022.pdf](https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_estadisticas/mensual/Agro/2022/Agro_en_cifras_04_2022.pdf)
- Miranda, F; Porras, J.; Valencia, R. Vega, E. (2011). *Métodos Estadísticos para la investigación I*. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Dpto. Estadística é informática.

- Psw Peruvian Seaweeds. (2022). *Psw - Fertimar SC. Bioestimulante foliar*.  
<https://www.pswsa.com/es/producto/fertimar>
- Ramírez, M. (2013). *Respuesta fisiológica de tres dosis de Trihormonas en el cultivo de la col china (Brassica pekinensis) variedad kiboho 90 F-1 en el distrito de lamas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto]. Tarapoto Perú.  
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/1178/ITEM%4011458-433.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Toledo, J. (2003). *Cultivo del Brócoli, Estación experimental Donoso, centro de investigación y capacitación hortícola Kiyotada Miyagawa Huaral. Lima Perú*.  
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/895>
- Tintayo, E. (2020). *Aplicación de diferentes dosis de bioestimulante trihormonal en el rendimiento de cuatro híbridos de espinaca (Spinacia oleracea L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro] Huancayo. Perú.  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6395/T010\\_7294874\\_7\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6395/T010_7294874_7_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ubilla, L. (2017) *Respuesta del cultivo de maíz (Zea mays L.) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas* [Tesis de pregrado Universidad Técnica Estatal de Quevedo] Los Ríos, Ecuador.  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3284/1/T-UTEQ-0118.pdf>
- Ugás, R., Siura, S., Delgado de la flor, F., Casas, A., Toledo, J. (2000). *Hortalizas. Datos Básicos*. Editorial UNALM. Lima 58 p
- Villegas, L. (2014). *Teoría y praxis de la investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos.
- Yepez, D. (2021). *Efecto de bioestimulantes orgánicos en el rendimiento de dos variedades de brócoli (Brassica oleracea var. Italica) por fertiirriego en condiciones de fitotodol del centro agronómico K'ayra – Cusco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco] Cusco Perú.  
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6191>

## **ANEXOS**

### Anexo 1: Datos de mediciones del experimento

Block	tratamientos	Altura de planta cm	Número de hojas	Longitud de hoja cm	Ancho de hoja cm.	Altura de cabeza cm.	Diámetro de inflorescencia cm.	Peso de cabeza g.	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>
1	Testigo	30	20	44	24	16	16	280	8400
1	Phyllum max R.	48	28	50	30	16	18	480	14400
1	Fertimar	38	24	46	28	16	16	340	10200
1	Agrostemin	46	26	50	28	18	20	470	14100
1	Biogyz	40	24	46	26	16	18	410	12300
1	Seaweed creme	48	28	50	30	20	20	480	14400
2	Testigo	32	22	44	26	18	18	260	7800
2	Phyllum max R.	42	26	46	28	20	20	420	12600
2	Fertimar	40	24	46	26	16	18	390	12700
2	Agrostemin	36	24	48	28	16	16	350	10500
2	Biogyz	44	28	50	30	18	20	450	13500
2	Seaweed creme	48	28	50	28	16	18	490	14700
3	Testigo	34	22	44	24	16	16	300	9000
3	Phyllum max R.	40	26	46	26	20	20	390	11700
3	Fertimar	42	26	46	28	16	18	440	13200
3	Agrostemin	36	24	44	26	18	20	320	9600
3	Biogyz	38	24	46	26	16	18	380	12400
3	Seaweed creme	44	26	48	30	20	20	460	13800
Promedios		40.33	25	46.9	27.33	17.33	18.33	395	11961.1

## ANEXO 2: Análisis de suelo



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"Santiago Antúnez de Mayolo"**  
**"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ - REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

**SOLICITANTE** : Rodríguez Rosales Robenson Jhony

**MUESTRA** : 01

**UBICACIÓN** : Caserío de Chuco - Huantar- Huari - Ancash

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
244	53	31	16	Franco arenoso	5.94	2.642	0.132	05	98	0.052

#### **RECOMENDACIONES Y**

#### **OBSERVACIONES ESPECIALES:**

La muestra es de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente ácida, medianamente rica en materia orgánica y % de nitrógeno total, pobre en fósforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 26 de Abril del 2023.



**Ing. M.Sc. Estrella Patricia Romero**  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
DE SUELOS Y AGUAS