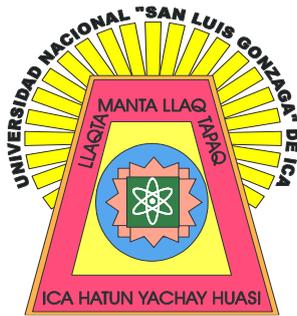


**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SAN LUIS GONZAGA” DE ICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**



Interacción de cuatro productos trihormonales estimulantes del desarrollo en la productividad del cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*) variedad Canteño en la zona baja del valle de Ica.

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

*Milagros de la Torre Oyola.*

*Luis Aldair Jayo Navarro*

**ICA – PERU**

**2018**

# ÍNDICE GENERAL

<b>CAPITULOS</b>	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN EN ESPAÑOL</b>	3
<b>RESUMEN EN INGLES</b>	4
<b>INTRODUCCION</b>	5
<b>1 : MARCO TEORICO</b>	7
1.1 Antecedentes del problema de investigación.	7
1.2 Bases teóricas de la Investigación.	10
1.3 Marco conceptual.	15
<b>2 : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.</b>	24
2.1 Situación problemática	24
2.2 Formulación del problema.	24
2.3 Delimitación del problema.	24
2.4 Justificación e importancia de la investigación.	25
2.5 Objetivos de la investigación.	26
2.6 Hipótesis de investigación.	26
2.7 Variables de la investigación.	26
<b>3 : ESTRATEGIA METODOLOGICA (METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION)</b>	29
3.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación	29
3.2 Población y muestra.	33
<b>4 : TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION</b>	34
4.1 Técnicas de recolección de datos.	34
4.2 Instrumentos de recolección de datos	37
4.3 Técnica de procedimiento de datos, análisis e interpretación de resultados.	40
4.4 Análisis estadístico	41
4.5 Análisis económico.	42
<b>5 : PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.</b>	43

5.1	Presentación e interpretación de los resultados.	43
5.2	Discusión de resultados.	53
<b>6</b>	<b>: COMPROBACION DE HIPOTESIS</b>	<b>60</b>
6.1	Contrastación de la hipótesis general	60
6.2	Contrastación de la hipótesis específica.	60
<b>7</b>	<b>: CONCLUSIONES</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>: RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>: FUENTES DE INFORMACION</b>	<b>64</b>
<b>10</b>	<b>: ANEXOS</b>	<b>67</b>
10.1	Matriz de consistencia	70
10.2	Instrumentos de recolección de información.	71

## RESUMEN

El presente experimento denominado Interacción de cuatro productos trihormonales estimulantes del desarrollo en la productividad del cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*) variedad Canteño en la zona baja del valle de Ica, conducido en la parcela N° 46 de la Cooperativa Agraria de Usuarios Sebastián Barranca, de propiedad del señor Luis Tomas Jayo Fernández ubicado en el sector Tronquitos del distrito de Santiago de la provincia y región Ica, en un suelo de textura franca, un pH moderadamente alcalino y una conductividad eléctrica ligeramente salino, persiguiendo el siguiente objetivo: Determinar el mejor producto a base de fitohormonas aplicadas a área foliar sobre la producción de maíz morado variedad Canteño, y realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio que permita determinar su rentabilidad.

El experimento se dispuso en el Diseño de Bloque Completamente Randomizado con cuatro productos comerciales a base de bioestimulante trihormonales más un testigo (sin aplicación foliar) formando cinco tratamientos con cuatro repeticiones haciendo un total de 20 unidades experimentales.

En el peso promedio de 100 granos se observó diferencia estadística en los tratamientos en estudio, sobresaliendo el tratamiento con clave 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 54.91 gramos.

En el rendimiento total de maíz morado variedad Canteño, se observó diferencia estadística en los tratamientos en estudio, destacando en los tratamientos 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 5,220 kg/ha; 1(Biozyme 2.0 L/ha) con 5,071 kg/ha.

La mayor rentabilidad desde el punto de vista económico la obtuvo el tratamiento 2(Stimulate 2.0 L/ha) con una producción de 5,220 kg/ha, obteniendo el mayor ingreso neto con S/. 4,660 soles y una relación beneficio costo de 0.80 lo que indica que el agricultor con la aplicación de dicho tratamiento obtendrá una rentabilidad de S/. 0.81 sol, por cada sol invertido en el proceso productivo del cultivo de maíz morado variedad Canteño.

**Palabras claves:** cultivo de maíz morado variedad Canteño, bioestimulante trihormonales.

## **ABSTRACT**

The present experiment called Interaction of four trihormonal products that stimulate the development of the productivity of the purple maize (*Zea mays* L.) Canteño variety in the lower area of the Ica valley, conducted in plot No. 46 of the Sebastián Users Agricultural Cooperative Barranca, owned by Mr. Luis Tomas Jayo Fernández located in the Tronquitos sector of the Santiago district of the Ica region and province, in a soil with a frank texture, a moderately alkaline pH and slightly alkaline electrical conductivity, pursuing the following objective: Determine the best product based on phytohormones applied to foliar area on the production of purple corn variety Canteño, and perform an economic analysis of the treatments under study to determine their profitability.

The experiment was arranged in the Design of Block Completely Randomized with four commercial products based on biostimulant trihormonales plus a control (without foliar application) forming five treatments with four repetitions making a total of 20 experimental units.

In the average weight of 100 grains, statistical difference was observed in the treatments under study, with the key 2 treatment (Stimulate 2.0 L / ha) with 54.91 grams.

In the total yield of purple corn variety Canteño, statistical difference was observed in the treatments under study, standing out in treatments 2 (Stimulate 2.0 L / ha) with 5,220 kg / ha; 1 (Biozyme 2.0 L / ha) with 5,071 kg / ha.

The highest profitability from the economic point of view was obtained by treatment 2 (Stimulate 2.0 L / ha) with a production of 5,220 kg / ha, obtaining the highest net income with S /. 4,660 soles and a cost benefit ratio of 0.80, which indicates that the farmer, with the application of said treatment, will obtain a profitability of S /. 0.81 sun, for each sun invested in the production process of purple corn cultivation variety Canteño.

**Key words:** Cultivation of purple corn variety Canteño, biostimulant trihormonales.

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es un cereal originario de América, que cumplió un rol importante en la vida humana hace más de 5000 años fue base de la alimentación de las antiguas culturas pre-incas e incas en el Perú y de los mayas y aztecas en Guatemala y México.

Este cereal se cultiva casi en todas las latitudes del mundo; se le cultiva del nivel del mar hasta los 3000 metros de altitud, es el cereal más importante después del trigo y del arroz.

El maíz morado es una herencia saludable para la humanidad, dado que contiene sustancias fenólicas y antocianinas, además de otros fitoquímicos muy importantes para la salud. Este maíz se usa desde la época preinca y ha sido representado en diferentes objetos cerámicos.

El maíz morado es uno de los más poderosos antioxidantes del mundo ya que inhibe el colesterol malo y mejora la circulación. La antocianina, cianidina-3-b-glucosa, su colorante natural, se encuentra tanto en los granos como en la mazorca. Es muy beneficios para la salud, pues es un antioxidante rico en propiedades medicinales comprobadas en todo el mundo. El maíz morado estabiliza y protege las arterias capilares, combate la obesidad, la artritis y la diabetes.

La Región de Ica, se caracteriza por presentar diversas condiciones ecológicas favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz morado variedad Canteño (*Z. mays*), de importancia agrícola, y que debido a la pobreza de sus suelos acapara la atención de técnicos y agricultores, por eso es imperativo mejorar la tecnología del cultivo, para alcanzar niveles óptimos de producción mediante el uso racional de los recursos agrícolas y el empleo de las prácticas agronómicas más recomendables.

El maíz morado no puede quedar rezagado en este aspecto, sobre todo que ahora su consumo está muy arraigado como caramelos, gaseosas, jora, mazamorra y otros derivados.

Actualmente una de las innovaciones tecnológicas que avanza a pasos agigantados es la fertilización foliar de los cultivos utilizando bioestimulantes trihormonales, para tratar de elevar los rendimientos, utilizando para ello diferentes productos que se encuentran en el mercado. Así mismo el desarrollo de

las plantas está regulado parcialmente por acción de las hormonas las cuales solas o en conjunto promueven o inhiben la expresión de procesos metabólicos que resultan en cambio fisiológico, morfológico que a su vez los identificamos como eventos (floración, crecimiento, caída de frutos etc.). En la medida que se ha conocido cuales son y cómo funcionan las distintas hormonas en la regulación de eventos, la industria de los agroquímicos ha ido desarrollando diversos productos iguales o similares a las hormonas que al ser aplicados a los cultivos regulan ciertos eventos o procesos.

# 1 MARCO TEORICO

## 1.1 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.

**QUISPE y SALDIVAR (2,002)**, en su trabajo de tesis titulado “Respuesta de tres dosis de bioestimulante y tres dosis de ácido húmico en el cultivo de maíz (*Z. mays*) híbrido XB-8010”, concluyeron en lo siguiente:

En el largo de la mazorca se encontró diferencia altamente significativa en los tratamientos en estudio, observándose el efecto positivo de la combinación de los bioestimulantes y ácido húmico destacando la mezcla 5 (Atonik 0.75 l/há + Humita 4 l/há) con 17.30 cm, el tratamiento de clave; 2 (Atonik 0.5 l/há + Humita 4 l/há) con 17.29 cm; el tratamiento de clave 3 (Atonik 0.5 l/há + Humita 6 l/há) con 17.08 cm de longitud en promedio.

En el diámetro de mazorca se pudo apreciar diferencia estadística en los tratamientos y factores en estudio, obteniendo el factor ácido húmico con la dosis 4 l/há el mayor diámetro con 5.19 cm, mientras que en el factor bioestimulante destacó la dosis 1.0 l/há con 5.18 cm en promedio. Las combinaciones que obtuvieron los primeros lugares fueron: El tratamiento de clave 7 (Atonik 1.0 l/há + Humita 2 l/há) con 5.23 cm; el tratamiento de clave 2 (Atonik 0.5 l/há + Humita 4 l/há) con 5.22 cm; y el tratamiento de clave 5 (Atonik 0.75 l/há + Humita 4 l/há) con 5.16 cm de diámetro de mazorca en promedio.

En el peso de 100 granos se pudo apreciar diferencia significativa en los tratamientos y factores en estudio, obteniendo el factor ácido húmico con la dosis 4 l/há el mayor peso con 33.88 g en promedio, mientras que en el factor bioestimulante destacó la dosis 1.0 l/há con 33.77 g en promedio. Las combinaciones que obtuvieron los primeros lugares fueron: El tratamiento de clave 8 (Atonik 1.0 l/há + Humita 4 l/há) con 34.09 g en promedio; el tratamiento con clave 5 (Atonik 0.75 l/há + Humita 4 l/há) con 33.24 g en promedio; el tratamiento de clave 7 (Atonik 0.75 l/há + Humita 2 l/há) con 33.21 g en el peso de 100g en promedio.

En el rendimiento total de grano seco se encontró diferencia estadística entre los tratamientos y factores en estudio, obteniendo el factor ácido húmico con la dosis 4 l/há el mayor rendimiento con 9,714 kg/há en promedio, mientras que

en el factor bioestimulante sobresalió las dosis 0.75 y 1.0 l/há con 9,457 y 9,257 kg/há. en promedio. Las combinaciones que obtuvieron los primeros lugares fueron el tratamiento de clave 5 (Atonik 0.375 l/há + Humita 4 l/há) con 10,423 kg/há en promedio; el tratamiento de clave 4 (Atonik 0.75 l/há + Humita 2 l/há) con 9,956 kg/há en promedio; el tratamiento de clave 8 (Atonik 1.0 l/há + Humita 4 l/há) con 9,919 kg/há en promedio para la característica de rendimiento total.

La mayor rentabilidad desde el punto de vista económico la obtuvo el tratamiento de clave 5 (Atonik 0.75 l/há + Humita 4 l/há) con un rendimiento de 10,423 kg/há en promedio y una venta bruta de S/. 6,675 con una rentabilidad neta de S/. 2,824 y una relación beneficio costo de 0.73 por cada nuevo sol invertido en la aplicación de este tratamiento.

**AYUQUE y SOLIS (2,004)**, en su trabajo de tesis titulado “Efecto complementario de la aplicación foliar de tres dosis de bioestimulante y de ácido húmico en el cultivo de maíz (*Z. mays*) híbrido Dekalb-834 en la zona media del valle de Ica”, concluyeron en lo siguiente:

En el largo de la mazorca se observó diferencia estadística en las fuentes de variabilidad observándose el efecto positivo de las combinaciones de los bioestimulantes y de los ácidos húmicos en sus diferentes dosis destacando las combinaciones el tratamiento de clave 8 (Maxi-Grow 1.0 l/ha + Humipower-25 4 l/ha) con 19.76 cm en promedio; el tratamiento de clave 2 (Maxi-Grow 0.5 l/ha + Humipower-25 4 l/ha) con 19.66 cm en promedio; el tratamiento de clave 7 (Maxi-Grow 1.0 l/ha + Humipower-25 2 l/ha) con 19.51 cm en promedio; el tratamiento de clave 6 (Maxi-Grow 0.75 l/ha + Humipower-25 2 l/ha) con 19.50 cm en promedio, para la característica largo de mazorca.

En el diámetro de mazorca se pudo apreciar diferencia estadística en los tratamientos y factores en estudio, obteniendo el factor dosis de bioestimulante con los niveles 0.75 y 1.0 l/ha, el mayor diámetro con 4.81 y 4.83 cm en promedio, mientras que en el factor dosis de ácido húmico no se encontró diferencia estadística en los tres niveles de aplicación obteniendo promedios similares de 4.77 a 4.80 cm de diámetro en promedio.

Las combinaciones que obtuvieron los primeros lugares fueron el tratamiento de clave 7 (Maxi-Grow 1.0 l/ha + Humipower-25 2 l/ha) con 4.87 cm en

promedio; el tratamiento de clave 6(Maxi-Grow 0.75 l/ha + Humipower-25 6 l/ha) con 4.85 cm en promedio; el tratamiento de clave 8(Maxi-Grow 1.0 l/ha + Humipower-25 4 l/ha) con 4.84 cm en promedio; el tratamiento de clave 4(Maxi-Grow 0.75 l/ha + Humipower-25 2 l/ha) con 4.79 cm, de diámetro de mazorca en promedio.

En el peso de 100 granos se pudo apreciar diferencia significativa en los tratamientos y factores en estudio, obteniendo el factor dosis de bioestimulante con los niveles 0.75 y 1.0 l/ha, el mayor peso con 37.82 y 38.47 gramos en promedio, mientras que en el factor dosis de ácido húmico no se encontró diferencia estadística en los tres niveles de aplicación obteniendo promedios similares de 36.31 a 37.36 gramos en promedio.

En el rendimiento total de grano seco se encontró diferencia estadística en los tratamientos y factores en estudio, obteniendo el factor dosis de ácido húmico el mayor rendimiento destacando el nivel 4 l /ha con 8,730 kg/há en promedio mientras que en el factor dosis de bioestimulante sobresalieron los niveles 0.75 y 1.0 l/ha con 8,581 y 8,725 Kg/ha en promedio. Las combinaciones que obtuvieron el primer lugar fueron el tratamiento de clave 8(Maxi-Grow 1.0 l/ha + Humipower-25 4 l/ha) con 9,636 Kg/hab en promedio; el tratamiento de clave 6(Maxi-Grow 0.75 l/ha + Humipower-25 6 l/ha) con 9,192 Kg/ha en promedio.

La mayor rentabilidad desde el punto de vista económico la obtuvo el tratamiento de clave 8(Maxi-Grow 1.0 l/ha + Humipower-25 4 l/ha) con una producción de 9,636 Kg/ha en promedio, y una venta bruta de S/. 6,263 nuevos soles, con una rentabilidad neta de S/. 2,320 y una relación beneficio costo de 0.58 por cada nuevo sol invertido en la aplicación de este tratamiento.

**BENDEZU y SAYRE (2,011)**, en su trabajo de tesis titulado. “Respuesta a la aplicación foliar de tres fuentes de bioestimulantes en tres dosis de aplicación en el cultivo de maíz (**Z. mays**) híbrido Agricol-8030, en el valle de Pischo”, concluyeron en lo siguiente:

En los efectos principales se puede apreciar la influencia positiva de las combinaciones de los factores en estudio en sus diferentes fuentes y niveles, sobresaliendo los tratamientos de clave 3(Maxi-Grow Excel 3.0 l/ha) con 10,966 Kg/ha en promedio; el tratamiento de clave 9(Chandler foliar 3.0 l/ha)

con 10,074 Kg/ha en promedio, superando ampliamente al testigo quien obtuvo uno de los últimos lugares con 7,874 kg/há en promedio.

En los efectos simples de los factores en estudio, se observó diferencia estadística en los factores en estudio, donde el factor dosis de aplicación con el nivel 3 l/ha obtuvo la mayor producción con 10,097 Kg/ha en promedio, mientras que en el factor fuentes de bioestimulantes sobresalieron los productos Maxi-Grow Excel y Chandler foliar con 9,547 y 9,085 Kg/ha, de maíz amarillo duro en promedio.

La mayor rentabilidad desde el punto de vista económico la obtuvo el tratamiento de clave 3(Maxi-Grow 3.0 l/ha) con una producción de 10,966 Kg/ha, y una venta bruta de S/. 10,417 nuevos soles, con una rentabilidad neta de S/. 5,240 y una relación beneficio costo de 1.01 por cada nuevo sol invertido en la aplicación de este tratamiento.

## **1.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **1.2.1 Sobre el cultivo de maíz.**

**FERNANDEZ (1995)** Sostiene que la variedad Canteño deriva de la raza Cusco, con características de mazorcas muy similares a la raza cusco morado, aunque de menores dimensiones. Su cultivo se da en diferentes lugares de la sierra del Perú especialmente en la zonas altas del valle Chillón (Lima) y hasta los 2500 m. s.n.m.

**MANRIQUE (1999).** Menciona que las principales variedades de maíz morado que se cultivan en Perú son las siguientes:

- Morado canteño, variedad nativa, altura de 1.8 a 2.5m, floración de 110 a 125 días.
- Morado Mejorado, derivados de Caraz PDM -581 para siembra en sierra media; PDM-582 para costa central altura cercana a las 2 metros, precocidad de floración masculina, 90 a 100 días.
- Morado Caraz Usado para siembra en sierra.
- Arequipeño Var. tradicional, color de tusa no es intenso, presenta mucha variabilidad puede ser mejorado, es más precoz que los anteriores

- Cusco morado, tardío, granos grandes dispuestos en mazorcas de hileras bien definidas.
- Negro de Junín, en la sierra centro y sur llegando hasta Arequipa. Contiene entre 7.7 a 13% de proteínas, 3.3% de aceites, 61.7% de almidón. También contiene P, Fe, Vitamina A, Tiamina, Rivoflavina, Niacina, ácido ascórbico y antocianina.

**UGAZ (2000).** Menciona que en Perú se puede distinguir 5 tipos de maíces morados: El cusqueño, el cateño, el morado de Caraz, el arequipeño, el negro de Junín y también existen dos variedades mejoradas: PDM-581 y 582. (Programa de mejoramiento de maíz UNALM) Respecto a la cantidad de antocianina que presenta el maíz morado la mayor concentración no se encuentra en el grano (parte comestible) sino en la coronta, parte del maíz no comestible.

**CORNEJO (2002)**, menciona que se puede definir la planta de maíz como un sistema metabólico cuyo producto final es el almidón depositado en órganos especializados llamado granos. La gran productividad del maíz se debe a su gran área foliar y a una modificación de su ruta fotosintética que reconoce como la vía C<sub>4</sub>. Como resultado de este mecanismo, las especies C<sub>4</sub> pueden producir más materia seca por unidad de agua transpirada que las plantas provistas bajo el sistema convencional C<sub>3</sub>. El crecimiento y desarrollo del cultivo implica grandes necesidades hídricas y nutritivas, en función a ello acumulara la materia seca necesaria que permitirán mayores o menores acumulaciones de sustancias de reserva, que son signos de la mayor o menor eficiencia de la planta para alcanzar altos rendimientos.

**CORDOVA (2,002)**, menciona que el cultivo de maíz, es una planta de países cálidos, por lo cual sus exigencias en temperaturas son altas. Son imprescindibles un mínimo de 10°C para la siembra unos 15°C para la germinación y no menos de 18°C para la floración, aunque la temperatura ideal durante la fase de crecimiento está comprendida entre los 24 y 30°C. Actualmente las variedades de diferente duración han permitido al maíz

extenderse por zonas más frías. Así mismo el maíz se adapta bien en diferentes tipos de suelos siendo su pH preferido el neutro (7.0) o ligeramente ácido (pH 6 a 7). Quizá la única limitación ocurre en los suelos demasiados alcalinos que pueden bloquear la disponibilidad de cierto micro elementos.

Debido a que el maíz es una planta que responde muy bien a la fertilización, ella puede cultivarse en la mayoría de los suelos de las 3 regiones del país, fertilizándolos adecuadamente.

**GORRITI (2009).** Menciona que los colorantes naturales de maíz morado presentan demanda considerable en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica para reemplazar a los colorantes sintéticos debido a su naturaleza química, inocuidad y funcionalidad. Entre estos colorantes naturales se encuentran las antocianinas que se distribuyen ampliamente en el reino vegetal y están presentes en raíces, tallos, hojas, flores y frutos de las plantas superiores.

**CORDOVA (2,005),** menciona que el maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K . En cantidades de 0.3 kg de P en 100 Kg de abonado. También un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo. El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante, se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8.

A partir de esta cantidad de hojas se recomienda una fertilización de:

N : 82% ( abonado nitrogenado ).

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 70% (abonado fosforado ).

K<sub>2</sub>O: 92% ( abonado en potasa )

Durante la formación del grano de la mazorca los abonados deben de ser mínimos. Se deben de realizar para el cultivo de maíz un abonado de

fondo en cantidades de 825Kg/ha durante las labores de cultivo. Los abonados de cobertera son aquellos que se realizan cuando aparecen las primeras hojas de la planta y los más utilizados son:

Nitrato amónico de calcio. 500 kg/ha

Urea. 295kg/ha

Solución nitrogenada. 525kg/ha.

Es importante realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada e inteligente.

**Nitrógeno (N):** La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar así como el tipo de textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 Kg de N por ha. Un déficit de N puede afectar a la calidad del cultivo. Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo el nervio. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas.

**Fósforo (P):** Sus dosis dependen igualmente del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El fósforo da vigor a las raíces. Su déficit afecta a la fecundación y el grano no se desarrolla bien.

**Potasio (K):** Debe aplicarse en una cantidad superior a 80-100 ppm en caso de suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son más elevadas de 135-160 ppm. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. Las mazorcas no granan en las puntas.

**Otros elementos:** boro (B), magnesio (Mg), azufre (S), Molibdeno (Mo) y cinc (Zn) . Son nutrientes que pueden a parecer en forma deficiente o en exceso en la planta. Las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella.

**ARROYO (2010).** Sostiene que los componentes químicos del maíz morado son: ácido salicílico, grasas, resinas, saponinas, sales de potasio y sodio, azufre y fósforo, y sus compuestos fenólicos.

**REQUIS (2012).** Menciona que el maíz morado crece en los valles de los Andes Peruanos. Las zonas de siembra son: Entre 1200 y 4000 m.s.n.m. La densidad de siembra es de 8200 plantas por hectárea. En el periodo vegetativo se cosechan a los 40 a 50 días después de la floración (140 días después de la siembra). Este cultivo prefiere suelos profundos de textura franca a franco arcilloso que retenga la mayor cantidad de humedad, el exceso de la última es adversos a la acumulación de pigmentos en la mazorca. No debe haber problemas de drenaje; se cultiva en la sierra entre los meses de agosto a octubre y en la costa entre abril y setiembre. Algunas variedades se han adaptado al clima cambiante de la costa.

Para la siembra en golpes (3 semillas/golpe) 0.70 m por surco y 0.55 m por golpe. Para siembra en hilera una planta cada 0.15 metros y 0.80 entre surcos.

**OTINIANO (2012).** Menciona que la mazorca (tusa y grano) está constituida en un 85 % por grano y 15% por la coronta (tusa). Este fruto contiene el pigmento denominado antocianina, que se encuentra en mayor cantidad en la coronta y en menor proporción en el pericarpio (cáscara del grano), siendo los principales elementos en la dieta peruana, utilizado frecuentemente en la preparación de bebidas, como la chicha morada y postre como la mazamorra morada.

#### **Ventajas**

- Producto para la exportación
- Se tiene demanda local
- Por sus características se facilita la comercialización

#### **Desventajas**

- El cultivo debe estar aislado de otros maíces para obtener un buen producto.

### 1.3 MARCO CONCEPTUAL.

#### 1.3.1 Sobre las aplicaciones foliares:

**MELGAR (2005)**, menciona que la aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema. Entre las ventajas más frecuentemente mencionadas se destaca que la fertilización foliar de micronutrientes ha demostrado ser positiva cuando las condiciones de absorción desde el suelo son adversas; por Ej. sequía, encharcamientos o temperaturas extremas del suelo. Por la menor capacidad de absorción de las hojas en relación a las raíces, las dosis son mucho menores que las utilizadas en aplicaciones vía suelo. Es mucho más fácil obtener una distribución uniforme, a diferencia de la aplicación de granulados o en mezclas físicas. La respuesta al nutriente aplicado es casi inmediata y consecuentemente las deficiencias puede corregirse durante el ciclo de crecimiento. Así, las sospechas de deficiencias son diagnosticadas mas fácilmente. En particular, la aplicación foliar es más eficiente en las etapas más tardías de crecimiento, cuando hay una asimilación preferencial para la producción de semillas o frutas y la aplicación por vía radicular es limitada en tiempo y forma.

**GUTIÉRREZ (2011)**, menciona que existe abundante evidencia de que las células parenquimáticas situadas a lo largo y en las terminaciones de los vasos del xilema, y de los tubos cribosos del floema (células compañeras) gobiernan la translocación de solutos en las venas, los peciolos, los tallos, y las raíces principales. Las variaciones en el metabolismo celular y en la organización intercelular del parénquima asociado a estos canales de translocación, conduce a diferentes

estrategias de distribución del carbono y del nitrógeno, que a su vez parecen estar relacionadas con la forma de crecimiento y su ámbito de adaptación.

Las plantas pueden fertilizarse suplementariamente a través de las hojas mediante aplicaciones de sales solubles en agua, de una manera más rápida que por el método de aplicación al suelo. Los nutrientes penetran en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrientes.

**RONEN (2012)**, menciona que la fertilización foliar es un método confiable para la fertilización de las plantas cuando la nutrición proveniente del suelo es ineficiente. En este artículo se remarcará cuándo se debe tener en cuenta la fertilización foliar, cómo los nutrientes penetran realmente en el tejido de las plantas y algunas de las limitaciones técnicas existentes en este método de fertilización.

Se ha considerado tradicionalmente que la forma de nutrición para las plantas es a través del suelo, donde se supone que las raíces de la planta absorberán el agua y los nutrientes necesarios. Sin embargo, en los últimos años, se ha desarrollado la fertilización foliar para proporcionar a las plantas sus reales necesidades nutricionales.

La penetración/absorción puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido. La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y se realiza en forma pasiva. Los primeros en penetrar son los cationes dado que éstos son atraídos hacia las cargas negativas del tejido, y se mueven pasivamente de acuerdo al gradiente – alta concentración afuera y baja adentro.

La penetración tiene lugar también a través de los estomas, que tienen su apertura controlada para realizar un intercambio de gases y el proceso de transpiración. Se sabe que estas aperturas difieren entre las distintas especies vegetales, en su distribución, ocurrencia, tamaño y forma. En cultivos latifoliados y en árboles, la mayor parte de los estomas están en

la superficie inferior de la hoja, mientras que en las especies de gramíneas tienen el mismo número en ambas superficies.

**HAIFA (2016)**, menciona que la nutrición foliar ha probado ser una forma eficiente de curar las deficiencias nutricionales de las plantas e impulsar su desarrollo en etapas fisiológicas específicas. En este método de fertilización de plantas la solución se rocía de forma directa sobre las hojas de las plantas. La nutrición foliar con fertilizantes foliares puede aportar los nutrientes requeridos para un desarrollo normal de los cultivos en los casos en que se haya alterado la absorción de nutrientes por parte del sistema radicular.

Es bien conocido que ciertas etapas del desarrollo de la planta resultan de la mayor importancia en la determinación del rendimiento final, la nutrición foliar con fertilizantes totalmente solubles en agua aumenta sensiblemente los rendimientos y mejora su calidad. Dado que la absorción de nutrientes a través del follaje es considerablemente más rápida que a través de las raíces, la aplicación foliar es también el método a elegir cuando se necesita una corrección de las deficiencias nutricionales.

**GUY (2017)**, menciona que bajo ciertas condiciones, la fertilización foliar tiene una ventaja sobre la aplicación de fertilizantes al suelo.

**Condiciones limitantes.**- Se recomienda fertilización foliar cuando las condiciones ambientales limitan la absorción de nutrientes por las raíces.

Tales condiciones pueden incluir pH de suelo alto o bajo, estrés por temperatura, humedad de suelo demasiado baja o alta, existencia de enfermedades radiculares, presencia de plagas que afectan a la absorción de nutrientes, desequilibrios de nutrientes en el suelo, etc.

Por ejemplo, en un pH alto de suelo, la disponibilidad de micronutrientes se reduce considerablemente.

Bajo tales condiciones, la aplicación foliar de micronutrientes podría ser la forma más eficiente para suministrar micronutrientes a la planta.

**Síntomas de deficiencias nutricionales.**- Una de las ventajas de la fertilización foliar es la rápida respuesta de la planta a la aplicación de

nutrientes. La eficiencia de la absorción de nutrientes se considera que es 8-9 Veces mayor cuando se aplican nutrientes a las hojas, en comparación a los nutrientes aplicados al suelo.

Por lo tanto, cuando se presenta un síntoma de deficiencia, una solución rápida pero temporal, sería la aplicación de los nutrientes deficientes a través de la aplicación foliar.

**Aplicación en etapas fenológicas específicas.**- Las plantas requieren diferentes cantidades de nutrientes en diferentes etapas de crecimiento. A veces es difícil controlar el balance de nutrientes en el suelo. Las aplicaciones foliares de nutrientes esenciales en etapas claves puede mejorar el rendimiento y la calidad de la planta.

**ROMHELD y FOULY (2017)**, mencionan que la fertilización foliar es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura para corregir las deficiencias nutricionales en diferentes sistemas de cultivo. Esta práctica resultante de la aplicación de los nutrientes en las partes aéreas de las plantas, está diseñada para complementar y/o suplementar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los períodos de máxima demanda, favoreciendo así la provisión adecuada para mejorar los caracteres genéticos de la producción. Los nutrientes se pueden aplicar en forma soluble en agua y por medio de equipo en la planta. Lógicamente, esta práctica no sustituye la fertilización a través de la raíz, sino que la complementa.

Para ser absorbido y realizar sus respectivas funciones, el nutriente debe entrar en la célula vegetal. Para eso, hay que superar dos barreras: la primera es la cutícula/epidermis; y la segunda son las membranas plasmalema y tonoplasto; que comprenden por lo tanto una fase pasiva (penetración cuticular) y una activa (captación celular).

**ITAGRI (2017)**, Informa que la fertilización foliar es una herramienta importante para el manejo sostenible y productivo de los cultivos, además de su importancia comercial en todo el mundo. Las principales razones para el uso de la fertilización foliar son: 1) limitación de la disponibilidad de los nutrimentos aplicados al suelo; 2) en condiciones en que se

pueden producir altas tasas de pérdida de nutrientes aplicados al suelo; 3) cuando la etapa de crecimiento de las plantas, la demanda interna de la planta y las condiciones ambientales interactúan para limitar el suministro de nutrientes a los órganos vitales de planta. El proceso de absorción de nutrientes en fertilización foliar y su uso por la planta incluye los procesos de adsorción en las hojas, penetración en la cutícula, absorción en las células metabólicamente activas de las hojas y finalmente son translocados hacia los órganos donde serán utilizados por la planta. Para que el proceso se lleve a cabo son muchos los factores que influyen en la eficiencia de los fertilizantes foliares, tales como: solubilidad, punto de delicuescencia, carga eléctrica y pH del fertilizante foliar, así como condiciones ambientales como la humedad relativa, la temperatura y la luz; y finalmente características del estado fisiológico de las plantas y especies, incluyendo la morfología, la química, la composición de la cutícula, presencia de ceras y estomas y tricomas en las hojas, además de la etapa fenológica, la movilidad de nutrientes dentro de la planta y/o la presencia de estrés. A continuación, se proporciona una breve reseña de las principales propiedades físico-químicas de la planta y las barreras fisiológicas que influyen en la velocidad de absorción y translocación de nutrientes aplicados de forma foliar.

### **1.3.2 Sobre los bioestimulantes y su efecto en las plantas.**

**LUCAR (1,995)**, manifiesta que los bioestimulantes son compuestos aminoácidos y orgánicos obtenidos por hidrólisis enzimática. Tiene la propiedad de intensificar el equilibrio bioquímico aumentando los procesos metabólicos y activando la síntesis natural de las hormonas, siendo por lo tanto útiles para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

**OIKOS (1,996)**, menciona que las *citocininas* se producen en la región de la división celular de la raíz y se translocan hacia la región de elongación celular del tallo, donde parece ser necesarias para fabricar nuevas células. Los extractos de algas marinas contienen muchas de las citocininas

naturales que al aplicarse foliarmente, son absorbidas por las hojas y translocadas a las regiones activas.

*Las auxinas* se producen en las regiones de división celular tanto de la raíz como del tallo, siendo translocadas hacia la región de elongación celular donde le proporcionan a las paredes celulares la capacidad de estirarse. Las *giberelinas* se producen en las hojas activas y se translocan por los vasos conductivos a la región de elongación celular donde, conjuntamente con las auxinas promueven la elongación celular.

Los aminoácidos son ácidos orgánicos que contienen nitrógeno y que conforman la estructura base de las proteínas. Sus principales funciones en las células son la transformación y el metabolismo del nitrógeno, así como participar en la formación de otros compuestos que pueden ser relevantes en el funcionamiento y el desarrollo de los cultivos.

**LASA (1,997)**, informa que los aminoácidos son ácidos orgánicos que contienen nitrógeno y que conforman la estructura base de las proteínas. Así mismo, uno de los efectos más sorprendente de los aminoácidos en las células es la transformación y el metabolismo del nitrógeno, así como participar en la formación de otros compuestos que pueden ser relevantes en el funcionamiento y el desarrollo de los cultivos.

Una de las funciones importantes de los aminoácidos es el de servir como precursores de otros compuestos importantes como vitaminas, hormonas, alcaloides y pigmentos, ejemplo:

- **La alanita** es un precursor de la vitamina ácido pantoténico (que es la parte de la acetilcoenzima A, un importante acelerador de reacciones así como precursor del pigmento rojo antocianina).
- **La citrulina** es un precursor del aminoácido arginina (fuente de nitrógeno almacenado en madera).
- **El triptofano** es precursor de las hormonas auxinas.
- **La arginina** es precursor de las hormonas poliaminas.
- **La glicina** es precursor de porfirinas que son importantes para la clorofila.
- **El aspartato** es precursor de las pirimidinas, que son parte los ácidos nucleicos.

- **La metionina** es precursora de la hormona etileno, causante del envejecimiento de los tejidos.
- **La fenilalanina** es precursora del ácido cinámico que a su vez es precursor de compuestos como el ácido cafeico y ácido clorogénico, este último relacionado con la resistencia a enfermedades.

Considerando todo lo citado, los aminoácidos son compuestos importantes para la conformación de proteínas y estos a su vez para formarse y actuar como enzima, también son compuestos que permiten el almacenamiento de nitrógeno en los tejidos, y son compuestos precursores para varios productos necesarios para el metabolismo de la planta.

**DUMAS (2,012)**, menciona que los bioestimulantes son productos innovadores que justifican una mirada distinta al mundo de las plantas, como organismos vivos inteligentes. Los bioestimulantes son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo. Esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas (estrés abiótico), como por ejemplo la sequía o las plagas.

Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la agricultura convencional y pueden ayudar a resolver las ineficiencias que se mantienen en la agricultura hoy en día, a pesar de la mejora de las prácticas de producción.

**AGROTERRA (2,014)**, menciona que los bioestimulantes son sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas rutas metabólicas y o fisiológicas de las plantas. No son nutrientes ni pesticidas pero tienen un impacto positivo sobre la salud vegetal. Influyen sobre diversos procesos metabólicos tales como la respiración, la fotosíntesis, la síntesis de ácidos nucleicos y la absorción de iones, mejoran la expresión del potencial de crecimiento, la precocidad de la floración además de ser reactivadores enzimáticos.

No son sustancias destinadas a corregir una deficiencia nutricional, sino que son formulaciones que contienen distintas hormonas en pequeñas cantidades junto con otros compuestos químicos como aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales.

Las hormonas son moléculas orgánicas que actúan a muy bajas dosis (menos 0.1 g/L). Son producidas en una región de la planta para luego ser translocadas hasta el punto de crecimiento sobre el que actúan. Las estimuladoras del crecimiento son básicamente tres: auxinas, giberelinas y citoquininas., ***llamadas también hormonas trihormonales.***

**Auxinas.** El ácido indolacético (IAA) es la principal auxina natural. Se sintetizan generalmente en tejidos en división (ápices y raíces) y son transportadas de célula a célula y/o a través del floema hasta su punto de acción. Estimula varios procesos fisiológicos tales como la expansión y división celular, el desarrollo de sistema vascular y radicular, el desarrollo, raleo y fijación de frutos además de influir sobre la dominancia apical inhibiendo el desarrollo de ramas laterales.

A dosis altas inhibe el crecimiento, sus concentraciones más altas se encuentran en los ápices en crecimiento de yemas y raíces.

**Citoquininas.** La citoquinina más abundante es la zeatina derivada de una aminopurina, se sintetiza principalmente en órganos jóvenes como semillas, frutos y hojas y se transporta a los brotes a través del xilema.

Comercialmente se utilizan para estimular el desarrollo del fruto, provocar su raleo e inducir la brotación lateral de yemas ya que inhibe la dominancia apical, además de retrasar la senescencia.

**Giberelinas.** Se sintetizan en casi todas las partes de la planta, especialmente en hojas jóvenes y semillas. Actúan sobre gran número de procesos como la estimulación del desarrollo del fruto, inducción del crecimiento de tallos, regulación de la transición entre estado juvenil y adulto, inducción de la germinación de semillas. Existen gran número de giberelinas cada una de las cuales tiene una acción metabólica distinta.

**VALAGRO (2017)**, menciona que los bioestimulantes agrícolas incluyen diferentes formulaciones de sustancias que se aplican a las plantas o al suelo para regular y mejorar los procesos fisiológicos de los cultivos, haciéndolos más eficientes. Los bioestimulantes actúan sobre la fisiología de las plantas a través de canales distintos a los nutrientes, mejorando el vigor, el rendimiento y la calidad, además de contribuir a la conservación del suelo después del cultivo. Los bioestimulantes se utilizan cada vez más

en la producción agrícola en todo el mundo y pueden contribuir eficazmente a superar el reto que plantea el incremento de la demanda de alimentos por parte de la creciente población mundial. Si bien, inicialmente, los bioestimulantes se utilizaban principalmente en la agricultura ecológica y en los cultivos de frutas y hortalizas de mayor valor añadido, hoy en día también juegan un papel cada vez más importante en la agricultura tradicional, como complemento de fertilizantes y productos fitosanitarios, y en las prácticas agronómicas en general. De hecho, son perfectamente compatibles con las técnicas agrícolas más avanzadas que caracterizan la gestión integrada en los cultivos (Integrated Crop Management), que es la piedra angular de la agricultura sostenible.

- Los bioestimulantes favorecen el crecimiento y el desarrollo de las plantas durante todo el ciclo de vida del cultivo, desde la germinación hasta la madurez de las plantas:
- mejorando la eficiencia del metabolismo de las plantas obteniéndose aumentos en los rendimientos de los cultivos y la mejora de su calidad;
- Implementando la tolerancia de las plantas a los esfuerzos abióticos y la capacidad de recuperarse de ellos
- Facilitando la asimilación, el paso y el uso de los nutrientes.
- Aumentando la calidad de la producción agrícola, incluyendo el contenido de azúcares, color, tamaño del fruto, etc.
- Regulando y mejorando el contenido de agua en las plantas.
- Aumentando algunas propiedades físico-químicas del suelo y favoreciendo el desarrollo de los microorganismos del suelo.

**ABOUT (2017)**, menciona que los bioestimulantes agrícolas ayudan a mejorar los beneficios de los agricultores, asegurando que los fertilizantes aplicados sean realmente utilizados por los cultivos. Los agricultores también son capaces de obtener precios más altos por sus cosechas cuando la calidad del cultivo es mayor. La mejora de la calidad tiene un impacto positivo sobre el almacenamiento y la conservación, dando a los agricultores más tiempo para elegir el mejor momento para vender sus cosechas a precios ventajosos.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

### **2.1 SITUACION PROBLEMÁTICA.**

La Región de Ica, se caracteriza por presentar diversas condiciones ecológicas favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz morado variedad Canteño (*Z. mays*), de importancia agrícola, y que debido a la pobreza de sus suelos acapara la atención de técnicos y agricultores, por eso es imperativo mejorar la tecnología del cultivo, para alcanzar niveles óptimos de producción mediante el uso racional de los recursos agrícolas y el empleo de las prácticas agronómicas más recomendables.

### **2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.**

#### **2.2.1 Problema general.**

- ¿De qué manera las fitohormonas aplicadas foliarmente influyen en el mejoramiento de la producción y calidad del maíz morado, variedad Canteño en la zona baja del valle de Ica?.

#### **2.2.2 Problemas específicos.**

- ¿De qué manera los cuatro productos trihormonales pueden mejorar la producción del cultivo de maíz morado variedad Canteño?
- ¿En cuánto se incrementará la rentabilidad del cultivo del maíz morado variedad Canteño?

### **2.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA.**

#### **2.3.1 Delimitación geográfica.**

El presente estudio se realizó en la parcela N° 46 de la Cooperativa Agraria de Usuarios Sebastián Barranca de propiedad del señor Luis Tomas Jayo Fernández, ubicado en el sector tronquitos del distrito de Santiago de la provincia y región Ica.

#### **2.3.2 Delimitación temporal.**

El presente trabajo de investigación se inició en el mes de abril y culminó en el mes de setiembre del 2018, meses que comprendió el periodo vegetativo del cultivo y permitió evaluar diferentes variables biométricas, así como la producción por hectárea.

### **2.3.3 Delimitación social.**

El grupo social objeto del presente estudio son los pequeños agricultores de la zona baja del valle de Ica comprendiendo los distritos de Santiago y Ocucaje.

### **2.3.4 Delimitación conceptual.**

En el presente trabajo de investigación se estudiaron la aplicación foliar de cuatro bioestimulantes trihormonales, utilizando para ello los siguientes productos comerciales como el Stimulate, Biozyme, Triggrr foliar y Phyllium

## **2.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.**

### **2.4.1 Justificación.**

Con la finalidad de contribuir a mejorar los rendimientos y calidad del cultivo de maíz morado, se ha visto por conveniente realizar el presente estudio para determinar la respuesta a la aplicación foliar de cuatro productos comerciales de bioestimulante trihormonales, pretendiéndose de esta manera establecer pautas que puedan contribuir de guía a los agricultores para mejorar sus rendimientos del cultivo y por ende elevar los niveles de vida de la población rural, utilizando para ello diferentes productos que se encuentran en el mercado.

### **2.4.2 Importancia.**

Los bioestimulantes son productos innovadores que justifican una mirada distinta al mundo de las plantas, como organismos vivos inteligentes. Los bioestimulantes son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo. Esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas (estrés abiótico), como por ejemplo la sequía o las plagas. Se utilizan cada vez más en la agricultura convencional y pueden ayudar a resolver las ineficiencias que se mantienen en la agricultura hoy en día, a pesar de la mejora de las prácticas de producción.

## **2.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.**

### **2.5.1 Objetivo general.**

- Evaluar la respuesta de la planta de maíz morado variedad Canteño a la aplicación foliar de cuatro productos trihormonales comparándolo con el testigo

### **2.5.2 Objetivos específicos.**

- Determinar el mejor producto a base de fitohormonas aplicadas a área foliar sobre la producción de maíz morado variedad Canteño
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio que permita determinar su rentabilidad.

## **2.6 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION.**

### **2.6.1 Hipótesis general.**

La aplicación foliar de cuatro productos comerciales de bioestimulante trihormonales, en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en el valle de Ica posiblemente incrementen la producción y calidad del grano por unidad de superficie debido a la acción positiva que se producirá en la fisiología de la planta.

### **2.6.2 Hipótesis específica.**

- El uso de bioestimulantes trihormonales, mejoraran los eventos fisiológicos incrementando la producción de maíz morado.
- El uso de bioestimulantes, incrementaran la rentabilidad de maíz morado.

## **2.7 VARIABLES DE LA INVESTIGACION.**

### **2.7.1 Identificación de las variables.**

#### **Variable Independiente. (causa)**

- La aplicación de cuatro bioestimulante trihormonales ( $x_1$ )

#### **Indicadores:**

- Stimulate, Biozyme, Triggrr foliar y Phyllium

a) **Variables dependientes. (efecto)**

- Incremento de la producción. ( $y_1$ )

**Indicadores:**

- Incremento de la producción del cultivo de maíz morado variedad Canteño, por unidad de superficie.

**2.7.2 Operacionalización de las variables.**

**A.- Definición conceptual de las variables.**

**3.1.1 Variable independiente.**

- a) **Los bioestimulantes.** - Son sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas rutas metabólicas y o fisiológicas de las plantas. No son nutrientes ni pesticidas, pero tienen un impacto positivo sobre la salud vegetal. Influyen sobre diversos procesos metabólicos tales como la respiración, la fotosíntesis, la síntesis de ácidos nucleicos y la absorción de iones, mejoran la expresión del potencial de crecimiento, la precocidad de la floración además de ser reactivadores enzimáticos. Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la agricultura convencional y pueden ayudar a resolver las ineficiencias que se mantienen en la agricultura hoy en día, a pesar de la mejora de las prácticas de producción.

**3.1.2 Variable dependiente.**

- a) **Producción de maíz morado.** - La planta de maíz tiene un sistema metabólico cuyo producto final es el almidón depositado en órganos especializados llamado granos. La gran productividad del maíz se debe a su gran área foliar y a una modificación de su ruta fotosintética que reconoce como la vía  $C_4$ . Como resultado de este mecanismo, las especies  $C_4$  pueden producir más materia seca por unidad de agua transpirada que las plantas provistas bajo el sistema convencional  $C_3$ .

El maíz morado, un producto presente en nuestra historia ancestral es un alimento altamente nutritivo está constituido por un 85% el grano y un 15% la coronta, además contiene una sustancia llamada antocianina la cual le confiere el color morado, encontrándose presente en su mayoría en la coronta.

“La coloración del maíz morado puede ser un agente quimioterapéutico prometedor, ya que las antocianinas posee un gran poder antioxidante natural contrarrestando los efectos nocivos de los radicales libres, estrés oxidativo y la carcinogénesis (formación de células cancerígenas), confiriéndole un efecto protector ante el cáncer o preventivo”, manifestó la licenciada Mewsette Pozo García, nutricionista del Portal Salud en Casa.

- b) Mejor rentabilidad del cultivo.** - El aumento de la producción y calidad del maíz amarillo duro incrementara la rentabilidad de cultivo.

### **3. ESTRATEGIA METODOLOGICA**

#### **3.1 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION.**

##### **3.1.1 Tipo de la Investigación:**

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación **aplicada** que es una investigación científica que busca resolver problemas prácticos, su objetivo es encontrar conocimientos que se puedan aplicar para resolver problemas.

##### **3.1.2 Nivel de Investigación. –**

De acuerdo a la naturaleza de la Investigación, reúne por su nivel las características de un estudio **experimental y exploratorio**, que consiste en la manipulación de una o más variables. El experimento provocado nos permite manipular determinadas variables, para controlar su efecto en las conductas observadas.

##### **3.1.3 Diseño de la Investigación.-**

El diseño experimental que se utilizó en el presente experimento fue el de Bloque Completamente Randomizado con 4 productos comerciales a base de bioestimulante trihormonales, más un testigo (sin aplicación foliar), con 4 repeticiones, haciendo un total de 20 unidades experimentales.

##### **3.1.4 Tratamientos en estudio.-**

En el presente experimento se probaron 5 tratamientos que resultaron de la aplicación de 4 productos comerciales a base de bioestimulante trihormonales, más un testigo (sin aplicación de bioestimulante), como referencia para el análisis económico.

### **Cuadro N°: 01**

Combinaciones de los factores en estudio.

<b>Clave numérica</b>	<b>Clave literal</b>	<b>Bioestimulantes</b>
1	b1	Biozyme 2.0 L/ha
2	b2	Stimulate 2.0 L/ha
3	b3	Triggrr Foliar 2.0 L/ha
4	b4	Phyllum 2.0 L/ha
5	T	Testigo (sin aplicación foliar)

- Dosis para tres aplicaciones.

#### **3.1.5 Características del campo experimental**

##### **a) Parcelas**

- Número de parcela ..... 20.0 unidades
- Ancho ..... 2.7 m
- Largo ..... 6.0 m
- Área de una parcela ..... 16.2 m<sup>2</sup>

##### **b) Surcos**

- Largo del surco ..... 6.0 m
- Ancho del surco ..... 0.9 m
- Distanciamiento entre golpe ..... 0.3 m
- Número de plantas por golpe..... 2.0 plantas
- Número de surcos por parcela ..... 3.0 surcos

##### **c) Repeticiones**

- Número de repeticiones ..... 4.0
- Número de parcelas por repeticiones ... 5.0
- Largo del bloque (sentido del surco) .... 6.0 m
- Ancho del bloque (transversal al surco) 13.5 m
- Área neta de cada bloque ..... 81.0 m<sup>2</sup>

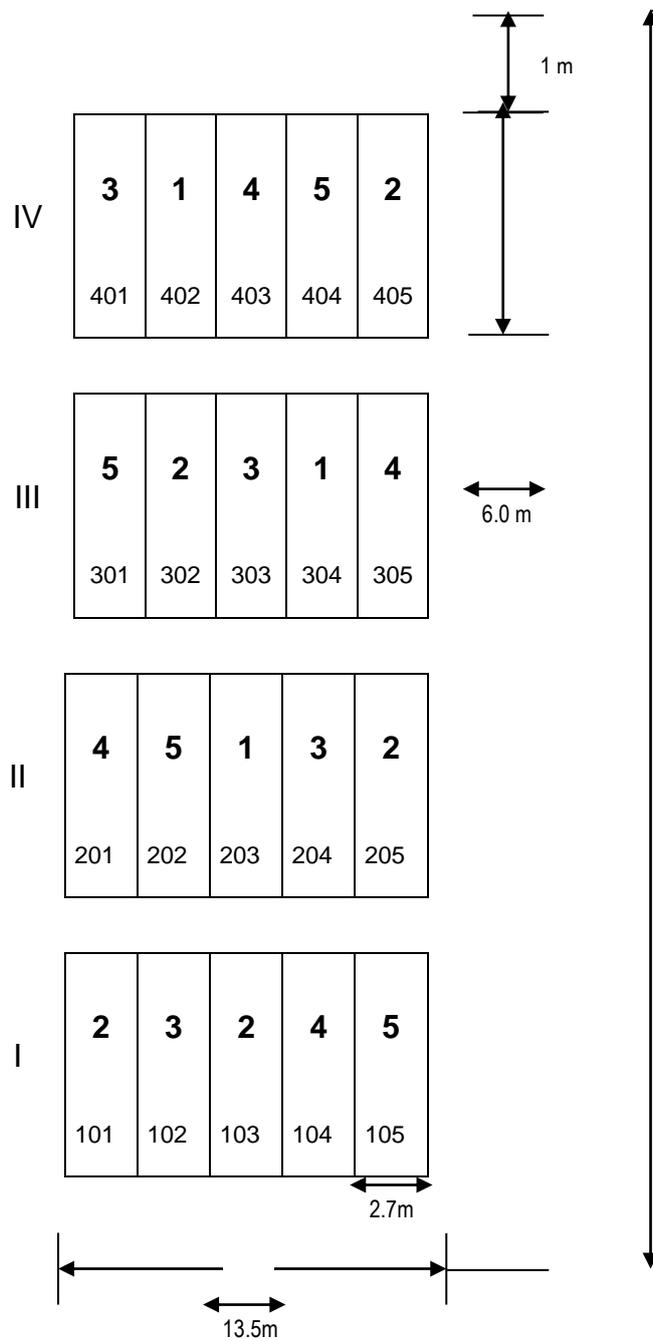
**d) Calles**

- Número de calles ..... 5.0
- Ancho de calles ..... 13.5 m
- Largo de calles ..... 1.0 m
- Área total de calles ..... 67.5 m<sup>2</sup>

**e) Dimensión del terreno experimental**

- Largo ..... 35.0 m
- Ancho ..... 27.0 m
- Área total ..... 945.0 m<sup>2</sup>
- Área neta ..... 810.0 m<sup>2</sup>

### 3.1.6 Croquis experimental



## **3.2 POBLACION Y MUESTRA.**

### **3.2.1 Población del estudio.**

Para efecto del experimento se trabajó con una población de 2,400 plantas de maíz morado distribuida en 20 unidades experimentales con 120 plantas en cada una de ellas.

### **3.2.2 Población de la muestra del estudio.**

Para las evaluaciones a efectuarse durante el desarrollo vegetativo del cultivo y programadas en el presente estudio se hizo uso de la muestra experimental de 800 plantas (40 x 20), distribuidas en 20 unidades experimentales, que equivalen a 40 plantas por unidad experimental (parcela), que es exactamente el número de plantas contenidas en el surco central de cada parcela.

## 4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

### 4.1 TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS.

#### 4.1.1 Terreno experimental.-

El presente estudio se realizó en la parcela N° 46 de la Cooperativa Agraria de Usuarios Sebastián Barranca de propiedad del señor Luis Tomas Jayo Fernández, ubicado en el sector tronquitos del distrito de Santiago de la provincia y región Ica.

#### 4.1.2 HISTORIA DEL TERRENO EXPERIMENTAL

Como antecedente del terreno experimental en mención se sabe que este fue destinado en la campaña anterior al cultivo de pallar utilizando la fórmula de fertilización 60-40-40 de NPK.

#### 4.1.3 ANÁLISIS DE SUELO.-

Una vez delimitado el terreno para el experimento y con la finalidad de tener una idea completa sobre las características físico-mecánicas y químicas del suelo se tomaron muestras del suelo (0.0 a 30 cm) en forma de aspa procediéndose a mezclar las sub muestras con la finalidad de homogenizar bien la muestra para luego fraccionar hasta obtener 1 kg aproximadamente.

Las muestras fueron tomadas antes de la siembra y luego enviada al Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Planta del Centro de Innovación Tecnológica Vitivinícola (CITEVID).

### CUADRO N° 02

Análisis físico-mecánico del suelo - 2018

<b>Componentes</b>	<b>Nivel (0.0 – 0.30 cm)</b>	<b>Método usado</b>
• Arena (%)	44.76%	Hidrómetro
• Limo (%)	36.86%	Hidrómetro
• Arcilla (%)	18.38%	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triángulo textural

### **CUADRO Nº 03**

Análisis químico del suelo – 2018

<b>Determinaciones</b>	<b>Nivel 0.0-0.3m</b>	<b>Método usado</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno total (%)	0.1	Micro Kjeldhal	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	19.50	Olsen modificado	Alto
Potasio disponible (Kg/ha)	860.00	Peach	Alto
Materia orgánica (%)	1.90	Walkley y Black	Bajo
Calcareao total %	1.30	Gasó Volumétrico	Bajo
C.E. (dS/m)	2.83	Conductómetro	Ligeram. salino
pH	8.37	Potenciómetro	Moder. Alcalino
CIC (meq/100g)	38.13	Acetato de amonio	Alta
<b><u>Cationes cambiables</u></b>			
Ca <sup>++</sup> meq/100g	29.30	E.D.T.A	Alto
Mg <sup>++</sup> meq/100g	8.04	Amarillo de tiazol	Medio
K <sup>+</sup> meq/100g	0.47	Fotómetro de llama	Bajo
Na <sup>+</sup> meq/100g	0.26	Fotómetro de llama	Bajo

\* E:D.T.A (Etileno Diamida Tetra Acetato de sodio)

#### **4.1.4 DATOS METEOROLÓGICOS.-**

Los datos meteorológicos obtenidos corresponden al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Ica, estación San Camilo, cuya ubicación geográfica es la siguiente:

- Latitud Sur 14° 04' 24.22"
- Longitud Oeste 75° 42' 34.48"
- Altitud 406 m.s.n.m.
- Coordenada UTM Norte 8444041
- Coordenada UTM Este 423395

Se ha obtenido información de los meses que han correspondido al desarrollo vegetativo del cultivo, que se inició en el mes de abril y culminó en el mes de setiembre el 2018, de los siguientes parámetros: Temperatura máxima, mínima y media mensual, horas de sol, humedad relativa, los

mismos que se consideran importante para la interpretación y discusión de los resultados, que se realiza en el capítulo 5.

#### **CUADRO N° 04**

Observaciones meteorológicas de abril al mes de setiembre del 2,018

Meses	Temperatura °C			Horas de sol	Horas total de sol mensual	Humedad relativa %
	Máxima $\bar{X}$	Media $\bar{X}$	Mínima $\bar{X}$			
Abril	32.38	24.71	17.04	6.85	205.6	64.83
Mayo	28.69	21.65	14.61	7.09	220.0	84.59
Junio	26.13	19.41	12.69	6.08	182.5	73.46
Julio	24.52	35.69	11.17	6.51	202.0	73.96
Agosto	25.41	18.02	10.63	7.07	219.2	73.46
Setiembre	27.18	19.41	11.64	8.29	248.9	69.48

**Fuente:** Estación meteorológica MAP 700 "San Camilo" Ica.

#### **4.1.5 Metodología de la aplicación de los tratamientos.-**

La metodología de aplicación de los tratamientos en estudio fue la siguiente:

Consistió en aplicar cuatro productos comerciales a base de bioestimulante trihormonales por vía foliar, de acuerdo a los tratamientos en estudio para observar minuciosamente las características biométricas, así como su producción en cada una de las unidades experimentales llevándose un registro detallado de todas las evaluaciones.

Las aplicaciones se realizaron en tres oportunidades de acuerdo a los tratamientos en estudio, correspondiendo la primera aplicación a los 30 días después de la siembra en las siguientes dosis.

## **Cuadro N : 05**

Dosis de los productos comerciales en estudio, por cada aplicación.

<b>Clave numérica</b>	<b>Clave literal</b>	<b>Bioestimulantes</b>
1	b1	Biozyme 0.666 L/ha
2	b2	Stimulate 0.666 L/ha
3	b3	Triggrr Foliar 0.666 L/ha
4	b4	Phyllum 0.666 L/ha
5	T	Testigo (sin aplicación foliar)

La segunda aplicación se realizó a los 20 días después de la primera aplicación (después del aporque y cambio de surco), la tercera aplicación se realizó 20 días después (inicio de la floración), en la misma dosis.

Para el cálculo del volumen de agua que se utilizó por cada tratamiento, se realizó primero con agua pura a fin de determinar la cantidad de agua que se necesita por cada aplicación de cada tratamiento en las cinco repeticiones, conociendo el volumen de agua a utilizarse se aplicó los productos de acuerdo a cada tratamiento (considerando el área ocupada por cada tratamiento en sus cinco repeticiones).

### **4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.-**

Los instrumentos para la recolección de datos se realizaron, teniendo en cuenta las siguientes labores culturales:

#### **4.2.1 Preparación del terreno.**

La preparación del terreno experimental se inició del 16 al 26-04-2018, con un gradeo y planchado en seco, y posteriormente el rayado para el riego de machaco. Cuando el terreno se encontró a "punto" se procedió a arar en húmedo, para luego gradearse y planchar, rayándose a 0.9 m., entre surco para la siembra y demarcación del experimento.

#### **4.2.2 Demarcación del terreno experimental**

La demarcación del terreno experimental se realizó de acuerdo a las medidas consideradas en el croquis experimental, para ello se utilizó los siguientes materiales: wincha, cordel, estacas, yeso, etiquetas.

#### **4.2.3 Desinfección de la semilla.-**

Previo a la siembra, la semilla fue impregnada con el insecticida Vencetho (Acefato) a razón de 5 gramos por kilogramo de semilla, para prevenir el ataque del gusano de tierra, (*Agrotis ipsilón*) y del gusano picador del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*) y Pentacloro Nitrobencono a razón de 3 gramos por kg de semilla para el control de la chupadera fungosa (*Rhizoctonia sp*).

#### **4.2.4 Siembra.-**

Esta labor se realizó el 26-04-2018, en forma manual a un distanciamiento de 0.9 m entre surco y a 30 centímetros entre planta, depositando entre 2 a 3 semillas por golpe, a una profundidad de 5 a 7 cm aproximadamente.

#### **4.2.5 Desahije.-**

Esta labor se realizó 15 días después de la siembra dejando 2 plantas por golpe (las mejores constituidas) permitiendo tener una población uniforme en todo el campo.

#### **4.2.6 Cultivos y deshierbos.-**

Esta labor tuvo como finalidad eliminar las malezas presentes en el campo, las mismas que compiten por luz, agua y nutrientes con el cultivo.

Se realizó un cultivo a máquina a los 41 días después de la siembra (06-06-2018), mientras que el deshierbo se realizó a mano. Las malezas que se presentaron con mayor agresividad fueron:

#### **Nombre común**

- Chamico
- Verdolaga
- Grama china

#### **Nombre científico**

- Datura stramonium*
- Portulaca oleracea*
- Sorghum halepense*

- Quinoa silvestre
- Coquito

***Chenopodium sp***

***Cyperus rotundus***

#### **4.2.7 Aporque.-**

Esta labor se realizó el 07-06-2018 a los 42 días después de la siembra, con la finalidad de cubrir las raíces y darle un mejor anclaje a la planta.

#### **4.2.8 Fertilización.-**

Esta labor se realizó a lampa empleando urea, fosfato diamónico, y sulfato de potasio, en forma fraccionada utilizando la fórmula de abonamiento 150-100-100, unidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O respectivamente.

La primera aplicación se realizó a la siembra aplicando la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio en forma manual, a una profundidad de 15 cm, aproximadamente. La segunda fertilización se realizó en forma manual a los 42 días después de la siembra, momentos antes del aporque aplicando la otra mitad del nitrógeno.

#### **4.2.9 Riegos.-**

Teniendo en cuenta las características del suelo y el cultivo, se aplicaron 9 riegos incluyendo el riego de machaco, los mismos que a continuación se detallan.

#### **CUADRO Nº 06**

<b>Nº de riegos</b>	<b>Fecha de riego</b>	<b>Edad del cultivo</b>	<b>Clase de agua</b>	<b>Volumen de agua m<sup>3</sup>/ha</b>
01	21-04-2018	Machaco	Pozo	1,500 m <sup>3</sup>
02	09-05-2018	13 días	Pozo	600 m <sup>3</sup>
03	19-05-2018	23 días	Pozo	980 m <sup>3</sup>
04	31-05-2018	35 días	Pozo	980 m <sup>3</sup>
05	15-06-2018	50 días	Pozo	980 m <sup>3</sup>
06	28-06-2018	63 días	Pozo	980 m <sup>3</sup>
07	10-07-2018	75 días	Pozo	980 m <sup>3</sup>
08	23-07-2018	88 días	Pozo	980 m <sup>3</sup>
09	06-08-2018	102 días	Pozo	980 m <sup>3</sup>

Los riegos que se aplicaron fueron ligeros y frecuentes con la finalidad de mantener la humedad en la capa superficial del suelo en donde se desarrollan las raíces. En total el cultivo recibió aproximadamente entre 9,500 a 10,000 m<sup>3</sup> por hectárea.

#### **4.2.10 Control fitosanitario**

En el periodo inicial de crecimiento del cultivo, se presentó daño de gusano de tierra (*Agrotis ipsilon*), sin alcanzar niveles de daño económico. Otras plagas que se presentaron fue el “gusano picador del tallo” (*Elasmopalpus lignosellus*), el “gusano cogollero” (*Spodoptera frugiperda*), lo cual se controló con Lannate 90 PS (Methomyl), a una concentración de 150 g/ cilindro de 200 litros, mas 100 cm<sup>3</sup> de Kaytar Act.SL (Acidificante con indicador de pH), realizándose tres aplicaciones para su control y la cuarta aplicación se realizó a los 58 días de la siembra empleando Dipterex Granulado (Trichlorfon), a razón de 10 kg/há.

También se presentaron otras plagas durante la conducción del cultivo, como escarabajos de hojas (*Diabrotica sp*), sin revestir importancia económica.

#### **4.2.11 Cosecha.-**

Esta labor se realizó el 05-09-2018 a los 136 días después de la siembra con un 13% de humedad, cosechándose para tal fin el surco central de cada parcela, recolectándose las mazorcas en costales con la identificación previa de cada tratamiento.

### **4.3 TECNICA DE PROCEDIMIENTO DE DATOS .-**

Las variables que se estudiaron en el presente trabajo de investigación fueron las siguientes:

#### **4.3.1 Altura de planta.- (m)**

En 10 plantas tomadas al azar, del surco central de cada parcela, se midió desde el pie de planta hasta el ápice de la panoja, utilizando para este fin una regla graduada de madera, dicha evaluación se realizó en plantas que habían completado su crecimiento vegetativo.

#### **4.3.2 Diámetro de tallo.- (mm)**

Esta característica se determinó en las mismas 10 plantas en estudio, midiendo a la altura del primer entrenudo libre, a partir del suelo, mediante un vernier calibrado en mm.

#### **4.3.3 Longitud de la mazorca.- (cm)**

Esta característica se determinó en 10 mazorcas tomadas al azar del surco central de cada parcela, midiendo la longitud con un calibrador de madera, desde la base hasta el ápice de cada mazorca.

#### **4.3.4 Diámetro de la mazorca.- (cm)**

Utilizando las mismas mazorcas y con la ayuda de un vernier se midió el diámetro de las mazorcas en su parte media, obteniendo su ancho respectivo.

#### **4.3.5 Peso de 100 granos.- (g)**

Se pesaron en una balanza de precisión 100 granos de maíz por parcela, obtenidos al azar de las 10 mazorcas en estudio.

### **RENDIMIENTOS POR HECTAREA**

#### **4.3.6 Rendimiento en grano.- (kg/parcela, kg/há)**

El rendimiento total obtenido en cada parcela (grano más mazorca con 13% de humedad), se convirtió por medio de regla de tres simple a kg/há para una mejor interpretación de los resultados.

### **4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.-**

El análisis estadístico se hizo a cada una de las características observadas, utilizando el método del Diseño en Bloques Completamente Randomizado con arreglo factorial, haciendo uso de la prueba de "F" a nivel de alfa 0.05 y 0.01 para determinar si existen diferencias significativas entre las fuentes de variación en el Análisis de Varianza.

Después se determinó el orden de mérito de cada uno de los tratamientos, mediante la Prueba de Amplitudes Límites Significativa de "DUNCAN" a nivel de 0.05, igualmente se calcularon la variancia, la desviación estándar de los

promedios y los coeficientes de variancia, y se determino si existieron o no diferencia entre los tratamientos en estudio.

#### **4.5 ANÁLISIS ECONOMICO.-**

Con la finalidad de tener una idea general sobre la rentabilidad de cada uno de los productos utilizados en el presente trabajo de investigación, se tuvo en cuenta el costo de producción, el jornal de obreros, el rendimiento por hectárea, el valor de cosecha, el costo de los productos utilizados; del mismo modo se obtuvo la relación beneficio costo (B/C), por tratamiento, comparándola con el testigo.

## **5. PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS**

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos de cada una de las características en estudio, como son los Análisis de Variancia, las Pruebas de Amplitudes Significativa de “DUNCAN”, las mismas que han sido realizadas a partir de los datos tomados en el campo experimental; así mismo se incluye el análisis económico de la aplicación de los tratamientos en estudio.

### **5.1 PRESENTACION E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### **Cuadro N° 07**

Análisis de Varianza de la altura de planta en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

#### **Cuadro N° 08**

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” de la altura de planta en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

#### **Cuadro N° 09**

Análisis de Varianza del diámetro del tallo en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

#### **Cuadro N° 10**

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” del diámetro de tallo en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

#### **Cuadro N° 11**

Análisis de Varianza del largo de mazorca en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

#### **Cuadro N° 12**

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” del largo de mazorca en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

#### **Cuadro N° 13**

Análisis de Varianza del diámetro de mazorca en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

#### **Cuadro N° 14**

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” del diámetro de mazorca en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

**Cuadro N° 15**

Análisis de Varianza del peso de 100 granos en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

**Cuadro N° 16**

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” del peso de 100 granos en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

**Cuadro N° 17**

Análisis de Varianza del rendimiento total de granos secos en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

**Cuadro N° 18**

Prueba de Amplitudes Significativa de “DUNCAN” del rendimiento total de granos secos en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

**Cuadro N° 19**

Análisis económico de la aplicación de los tratamientos en estudio en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

**Gráfico N°: 01**

Producción total de maíz morado variedad Canteño.

### **Cuadro Nº 07**

Análisis de Varianza de la altura de planta en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	19	0.4509	--	--	--	--
- Repeticiones	3	0.0995	0.0332	2.85	3.49	5.95
- Tratamientos	4	0.2119	0.0530 *	4.56	3.28	5.41
- Error experimental	12	0.1394	0.0116	--	--	--
	<b>C.V.</b>	4.36%				
	<b>S <math>\bar{X}</math></b>	0.0482				

\* *Diferencia significativa*

### **Cuadro Nº 08**

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" de la altura de planta en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Clave	Tratamientos	Altura de planta m.	DUNCAN 0.05	Orden de merito
2	Stimulate 2.0 L/ha	2.59	a	1ro
1	Biozyme 2.0 L/ha	2.54	a b	1ro
3	Triggr Foliar 2.0 L/ha	2.48	b	2do
4	Phyllum 2.0 L/ha	2.42	c	3ro
5	Testigo (sin aplicación foliar)	2.29	d	4to

### **Cuadro Nº 09**

Análisis de Varianza del diámetro del tallo en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	19	0.2695	--	--	--	--
- Repeticiones	3	0.0320	0.0107	1.27	3.49	5.95
- Tratamientos	4	0.1366	0.0342 *	4.06	3.28	5.41
- Error experimental	12	0.1009	0.0084	--	--	--
	<b>C.V.</b>	4.21%				
	<b>S <math>\bar{X}</math></b>	0.0410				

\* *Diferencia significativa*

### **Cuadro Nº 10**

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del diámetro de tallo en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Clave	Tratamientos	Diámetro de tallo cm.	DUNCAN 0.05	Orden de merito
2	Stimulate 2.0 L/ha	2.29	a	1ro
1	Biozyme 2.0 L/ha	2.21	b	2do
3	Triggrr Foliar 2.0 L/ha	2.21	b	2do
4	Phyllum 2.0 L/ha	2.12	c	3ro
5	Testigo (sin aplicación foliar)	2.05	d	4to

### **Cuadro Nº 11**

Análisis de Varianza del largo de mazorca en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	19	36.3236	--	--	--	--
- Repeticiones	3	0.9098	0.3033	0.27	3.49	5.95
- Tratamientos	4	21.8204	5.4551 *	4.82	3.28	5.41
- Error experimental	12	13.5934	1.1328	--	--	--
	C.V.	6.70%				
	S $\bar{X}$	0.4760				

\* *Diferencia significativa*

### **Cuadro Nº 12**

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del largo de mazorca en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Clave	Tratamientos	Longitud de mazorca cm.	DUNCAN 0.05	Orden de merito
2	Stimulate 2.0 L/ha	17.79	a	1ro
1	Biozyme 2.0 L/ha	16.01	a b	1ro
3	Trigrr Foliar 2.0 L/ha	15.51	b	2do
4	Phyllum 2.0 L/ha	15.25	b c	2do
5	Testigo (sin aplicación foliar)	14.75	c	3ro

### **Cuadro N° 13**

Análisis de Varianza del diámetro de mazorca en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	19	2.2685	--	--	--	--
- Repeticiones	3	0.0682	0.0227	0.25	3.49	5.95
- Tratamientos	4	1.1023	0.2756	3.01	3.28	5.41
- Error experimental	12	1.0980	0.0915	--	--	--
	<b>C.V.</b>	6.09%	<i>No existe diferencia significativa.</i>			
	<b>S <math>\bar{X}</math></b>	0.1353				

### **Cuadro N° 14**

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del diámetro de mazorca en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Clave	Tratamientos	Diámetro de mazorca cm.	DUNCAN 0.05	Orden de merito
2	Stimulate 2.0 L/ha	5.31	a	--
1	Biozyme 2.0 L/ha	5.05	a	--
3	Trigrr Foliar 2.0 L/ha	4.94	a	--
4	Phyllum 2.0 L/ha	4.93	a	--
5	Testigo (sin aplicación foliar)	4.58	a	--

### **Cuadro Nº 15**

Análisis de Varianza del peso de 100 granos en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	19	340.6772	--	--	--	--
- Repeticiones	3	6.8632	2.2877	0.20	3.49	5.95
- Tratamientos	4	196.8817	49.2204 *	4.31	3.28	5.41
- Error experimental	12	136.9323	11.4110	--	--	--
	<b>C.V.</b>	6.71%				
	<b>S <math>\bar{X}</math></b>	1.5107				

\* *Diferencia significativa*

### **Cuadro Nº 16**

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del peso de 100 granos en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Clave	Tratamientos	Peso de 100 granos g.	DUNCAN 0.05	Orden de merito
2	Stimulate 2.0 L/ha	54.91	a	1ro
1	Biozyme 2.0 L/ha	51.69	b	2do
3	Trigrr Foliar 2.0 L/ha	50.91	b	2do
4	Phyllum 2.0 L/ha	48.37	c	3ro
5	Testigo (sin aplicación foliar)	45.62	d	4to

### **Cuadro Nº 17**

Análisis de Varianza del rendimiento total de granos secos en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT	
					0.05	0.01
- Total	19	2.9949	-.-	-.-	-.-	-.-
- Repeticiones	3	0.0565	0.0188	0.22	3.49	5.95
- Tratamientos	4	1.9015	0.4754 **	5.50	3.28	5.41
- Error experimental	12	1.0369	0.0864	-.-	-.-	-.-
	C.V.	6.05%				
	S $\bar{X}$	0.1315	<b>** Diferencia altamente significativa.</b>			

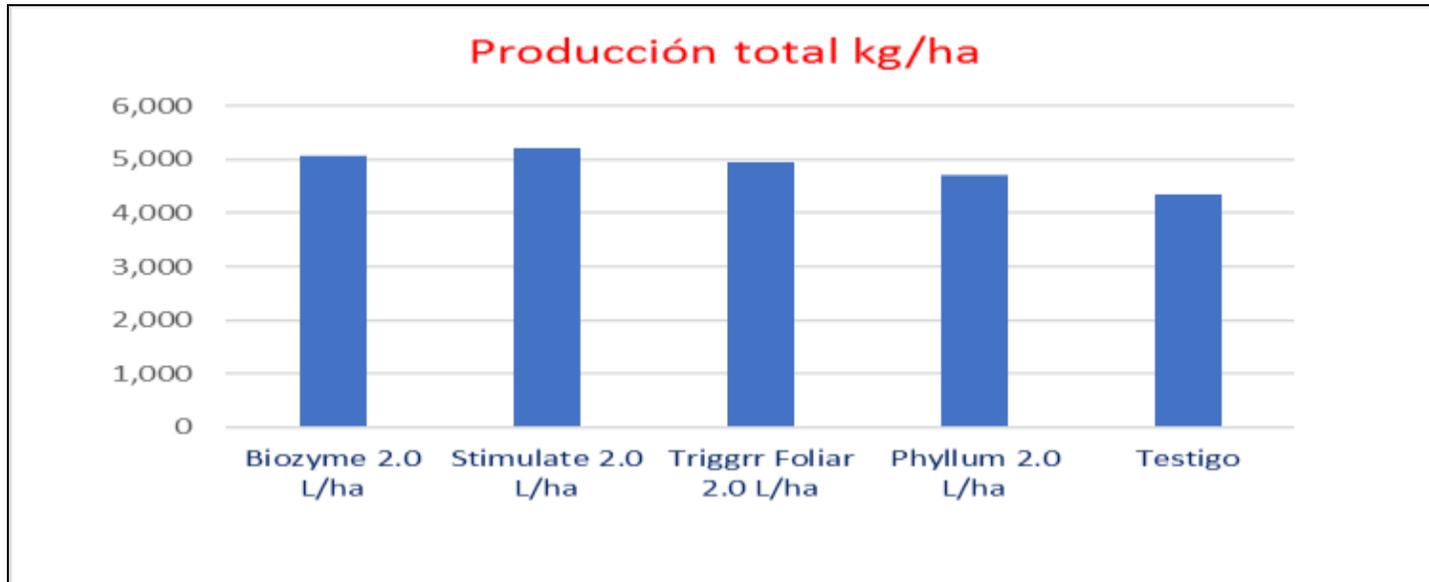
### **Cuadro Nº 18**

Prueba de Amplitudes Significativa de "DUNCAN" del rendimiento total de granos secos en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

Clave	Tratamientos	Rendimiento total kg/ha	DUNCAN 0.05	Orden de merito
2	Stimulate 2.0 L/ha	5,220	a	1ro
1	Biozyme 2.0 L/ha	5,071	a b	1ro
3	Trigrr Foliar 2.0 L/ha	4,945	b	2do
4	Phyllum 2.0 L/ha	4,708	c	3ro
5	Testigo (sin aplicación foliar)	4,339	d	4to

**Gráfico N°: 01**

Producción total de maíz amarillo duro.



Tratamientos	Biozyme 2.0 L/ha	Stimulate 2.0 L/ha	Triggrr Foliar 2.0 L/ha	Phylum 2.0 L/ha	Testigo
Producción total kg/ha	5,071	5,220	4,945	4,708	4,339

### **Cuadro N° 20**

Análisis económico de la aplicación de los tratamientos en estudio en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en la zona baja del valle de Ica.

<b>Clave</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento kg/ha</b>	<b>Valor bruto por hectárea S/.</b>	<b>Costo fijo Por hectárea S/.</b>	<b>Costo variable por hectárea S/.</b>	<b>Costo total por hectárea S/.</b>	<b>Ingreso neto por hectárea S/.</b>	<b>Relación B/C</b>
2	Stimulate 2.0 L/ha	5,220	10,440	5,500	280	5,780	4,660	0.80
1	Biozyme 2.0 L/ha	5,071	10,142	5,500	236	5,736	4,406	0.76
3	Triggr Foliar 2.0 L/ha	4,945	9,980	5,500	230	5,730	4,160	0.72
4	Phyllum 2.0 L/ha	4,708	9,416	5,500	160	5,660	3,756	0.66
5	Testigo (sin aplicación foliar)	4,339	8,678	5,500	-.-	5,500	3,178	0.57

- Precio de kg de maíz en chacra S/ 2.0
- Datos de los costos fijos y variables (ver anexos)

## **5.2. DISCUSION DE LOS RESULTADOS**

El presente experimento denominado Interacción de cuatro productos trihormonales estimulantes del desarrollo en la productividad del cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*) variedad Canteño en la zona baja del valle de Ica, conducido en la parcela N° 46 de la Cooperativa Agraria de Usuarios Sebastián Barranca, de propiedad del señor Luis Tomas Jayo Fernández ubicado en el sector Tronquitos del distrito de Santiago de la provincia y región Ica, se ha realizado de acuerdo a la programación y planificación proyectada, por lo que se puede afirmar que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de confiabilidad permisible.

Así tenemos que el coeficiente de variabilidad de cada una de las características estudiadas nos indica que hubo esmero en la planificación y conducción del experimento ya que fluctúan desde 4.21% para el diámetro de tallo hasta 6.71% para el peso de 100 granos.

### **5.2.1 ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO Y QUÍMICO DEL SUELO.-**

De acuerdo al análisis físico – mecánico (cuadro N° 01) nos encontramos frente a un suelo de textura franco, para el nivel 0.0 cm a 30.0 cm de profundidad, presentando características favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz morado.

Según el análisis químico (cuadro N° 02), nos indican que el suelo presenta una conductividad eléctrica normal, con un pH moderadamente alcalino, apto para el cultivo de maíz morado **Córdova (2002)**, bajo en calcáreo y pobre en materia orgánica.

En cuanto a elementos esenciales, el contenido de nitrógeno es bajo, fósforo y potasio alto, en lo que se refiere a cationes cambiabiles se trata de un suelo con un contenido alto de calcio y magnesio y bajo en potasio y sodio, con una capacidad de intercambio catiónico (CIC) alta.

De acuerdo a sus características y lo mencionado por **Córdova (2002)**, el suelo presenta condiciones aparentes para el cultivo, como es su textura que le confiere permeabilidad y aireación adecuada. En resumen, el suelo se puede considerar apto para el cultivo de maíz debido a que este tiene un amplio rango de adaptabilidad para diversos tipos de suelo.

### **5.2.2 OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS.-**

Con respecto a los parámetros climáticos durante el tiempo que duro el experimento (cuadro N° 03) se tiene que la germinación y crecimiento del cultivo de maíz amarillo duro, se desarrolló entre los valores de temperaturas, con una máxima de 32.38°C (abril) y una mínima de 10.63°C (agosto), encontrándose dentro de las temperaturas aceptables para el normal desarrollo del cultivo de acuerdo a lo reportado por **Infoagro (2013)**, y **Córdova (2002)**, quienes sostienen que el maíz requiere de climas calurosos desde la siembra, hasta el final de la floración.

En cuanto a la humedad relativa registrada durante el ciclo vegetativo del cultivo, se aprecia que ha oscilado desde 64.83% (abril) y 84.59% (mayo) con una variación poco significativa, que favoreció al cultivo, al evitar la presencia de enfermedades fungosas, de igual forma la floración del maíz es favorecida con humedades relativas de 70 a 75 % haciendo más corto el periodo vegetativo.

El número de horas de sol fueron buenas para el proceso fisiológico del cultivo fluctuando de 6.08 (junio) a 8.29 (setiembre) horas diarias, donde la luz solar tiene acción directa en los procesos de fotosíntesis, crecimiento, floración, balance hídrico y absorción de minerales, siempre y cuando el cultivo tenga los requerimientos de agua en el suelo.

### **5.2.3 ALTURA DE PLANTA.- (m)**

Realizado el Análisis de Variancia para esta característica (cuadro N° 07), se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 4.36%, encontrándose diferencia significativa en los tratamientos en estudio.

En la Prueba de Amplitudes Límite Significativa de DUNCAN (cuadro N° 08), encontramos en primer lugar en el orden de merito a los tratamientos con clave 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 2.59 m; 1(Biozyme 2.0 L/ha) con 2.54 m, en segundo lugar el tratamiento 3(Triggrr Foliar 2.0 L/ha) con 2.48 m, en tercer lugar el tratamiento 4(Phyllum 2.0 L/ha) con 2.42 m, en cuarto y último lugar el tratamiento 5(Testigo sin aplicación foliar) con 2.29 m, de altura de planta en promedio.

La altura de planta presentó una variación general de 30 cm, indicando que hubo heterogeneidad en el terreno y en los tratamientos, lo que se subsanó con el tipo de diseño adoptado para la ejecución y análisis estadístico correspondiente.

Así mismo se encontró diferencia estadística en los tratamientos, comparada con el testigo que obtuvo 2.29 m. De esta manera se confirma lo reportado **Haifa (2016)**, quien menciona que la nutrición foliar ha probado ser una forma eficiente de solucionar las deficiencias nutricionales de las plantas e impulsar su desarrollo en etapas fisiológicas específicas.

Así mismo **Dumas (2012)**, menciona que los bioestimulantes son productos innovadores que justifican una mirada distinta al mundo de las plantas, como organismos vivos inteligentes. Los bioestimulantes son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo. Esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas (estrés abiótico), como por ejemplo la sequía o las plagas.

#### **5.2.4 DIAMETRO DE TALLO.- (mm)**

Realizado el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 09), se puede observar que alcanza un coeficiente de variabilidad de 4.21%, encontrándose diferencia significativa en los tratamientos.

En la Prueba de Amplitudes Límite Significativa de DUNCAN (cuadro N° 10), encontramos que el primer lugar en orden de mérito lo obtuvo el tratamiento con clave 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 2.29 cm, en segundo lugar, los tratamientos 1(Biozyme 2.0 L/ha) con 2.21 cm, 3(Triggrr Foliar 2.0 L/ha) con 2.21 cm, en tercer lugar, el tratamiento 4(Phyllum 2.0 L/ha) con 2.12 cm, en quinto lugar el tratamiento 5(Testigo sin aplicación foliar) con 2.29 cm, de diámetro de tallo en promedio.

En el diámetro de tallo obtenido en el presente estudio se puede apreciar una variación de 0.24 cm, lo que nos demuestra el efecto positivo de las combinaciones de los factores en estudio que superaron al testigo que obtuvo un diámetro de 2.05 cm.

**Melgar (2005)**, menciona que la aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces.

Confirmándose lo reportado por **Valagro (2017)**, quien menciona que los bioestimulantes agrícolas incluyen diferentes formulaciones de sustancias que se aplican a las plantas o al suelo para regular y mejorar los procesos fisiológicos de los cultivos, haciéndolos más eficientes. Los bioestimulantes actúan sobre la fisiología de las plantas a través de canales distintos a los nutrientes, mejorando el vigor, el rendimiento y la calidad, además de contribuir a la conservación del suelo después del cultivo. Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la producción agrícola en todo el mundo y pueden contribuir eficazmente a superar el reto que plantea el incremento de la demanda de alimentos por parte de la creciente población mundial

#### **5.2.5 LONGITUD DE MAZORCA.- (cm)**

En el análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 11) se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 6.70%, encontrándose diferencia significativa en los tratamientos.

En la Prueba de Amplitudes Límite Significativa de "DUNCAN" (cuadro N° 12) encontramos que el primer lugar en orden de mérito lo obtuvieron los tratamientos con clave 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 17.79 cm; 1(Biozyme 2.0 L/ha) con 16.01 cm, en segundo lugar los tratamientos 3(Triggrr Foliar 2.0 L/ha) con 15.51 cm; 4(Phyllum 2.0 L/ha) con 15.25 cm, en tercer y último lugar el tratamiento 5(Testigo sin aplicación foliar) con 14.75 cm, de longitud de mazorca en promedio.

Así mismo **Agrotterra (2,014)**, menciona que los bioestimulantes son sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas rutas metabólicas y o fisiológicas de las plantas. No son nutrientes ni pesticidas, pero tienen un impacto positivo sobre la salud vegetal. Influyen sobre diversos procesos metabólicos tales como la respiración, la fotosíntesis, la síntesis de ácidos nucleicos y la absorción de iones, mejoran la expresión

del potencial de crecimiento, la precocidad de la floración además de ser reactivadores enzimáticos.

Considerándose que los nutrientes penetran en las hojas a través de las estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrimentos. (*Gutiérrez 2001*).

Coincidiendo con *Donayre y Villar (2016)*, quienes estudiando tres productos a base de extracto de algas marinas en el cultivo de maíz amarillo duro híbrido DK 7088 destacando en los extractos de algas marinas los productos Ecofer Algas y Greenfol Algae con 18.60 y 19.64 cm, mientras que en el factor dosis de aplicación sobresalió el nivel de 7.5 L/ha con 19.71 cm de longitud de mazorca en promedio.

#### **5.2.6 DIAMETRO DE LA MAZORCA.- (cm)**

En el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 13) se observa que alcanza un coeficiente de variabilidad de 6.09% no encontrándose diferencia estadística en las fuentes de variabilidad.

En la Prueba de Amplitudes Límite Significativa de DUNCAN (cuadro N° 14) no encontramos diferencia estadística en el orden de mérito obteniéndose promedios similares de 5.31 a 4.58 cm de diámetro de tallo en promedio.

#### **5.2.7 PESO DE 100 GRANOS.- (g)**

En el Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 15) se aprecia que alcanza un coeficiente de variabilidad de 6.71% encontrándose diferencia significativa en los tratamientos.

En la Prueba de Amplitudes Límite Significativa de DUNCAN (cuadro N° 16) observamos que el primer lugar en orden de mérito lo obtuvo el tratamiento con clave 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 54.91 g, en segundo lugar los tratamientos 1(Biozyme 2.0 L/ha) con 51.69 g; 3(Triggrr Foliar 2.0 L/ha) con 50.91 g, en tercer lugar el tratamiento 4(Phyllum 2.0 L/ha) con 48.37 g, en cuarto y último lugar el tratamiento 5(Testigo sin aplicación foliar) con 45.62 gramos en promedio.

El peso de 100 granos obtenido en el presente experimento mostró una variación de 9.29 gramos en promedio observándose el efecto positivo de los tratamientos en estudio en sus diferentes niveles, coincidiendo con **Cornejo (2002)**, quien sostiene que la gran productividad de maíz se debe a su gran área foliar y a su ruta fotosintética (plantas C<sub>4</sub>), donde el crecimiento y desarrollo del cultivo implica grandes necesidades hídricas, en función a ello acumulara la materia seca necesaria que permita mayores acumulaciones de sustancias de reserva.

Coincidiendo con **Ascencio y Bautista (2014)**, quienes en su trabajo de tesis aplicación foliar de tres dosis de extracto de algas marinas y de ácido fúlvico en el cultivo de maíz (**Z. mays**) híbrido Dekalb 1596, en la zona alta del valle de Ica, en el peso de 100 granos seco de maíz amarillo duro no encontraron diferencia estadística en el factor dosis de extractos de algas marinas, comportándose las tres dosis en forma similar con promedios de 43.29 a 44.55 g, mientras que en el factor dosis de ácido fúlvico sobresalió el nivel 6.0 l/ha con 45.69 gramos de peso.

#### **5.2.8 RENDIMIENTO TOTAL DE GRANO SECO.- (Kg/há)**

El Análisis de Variancia realizado para esta característica (cuadro N° 17) se observa que alcanza un coeficiente de variabilidad de 6.05% encontrándose diferencia altamente significativa en los tratamientos.

En la Prueba de Amplitudes Límite Significativa de DUNCAN (cuadro N° 18) apreciamos el primer lugar en orden de mérito lo obtuvieron los tratamientos con clave 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 5,220 kg/ha; 1(Biozyme 2.0 L/ha) con 5,071 kg/ha, en segundo lugar el tratamiento 3(Triggrr Foliar 2.0 L/ha) con 4,945 kg/ha, en tercer lugar el tratamiento 4(Phyllum 2.0 L/ha) con 4,708 kg/ha, en cuarto y último lugar el tratamiento 5(Testigo sin aplicación foliar) con 4,339 kg/ha de maíz morado (grano más coronta con 13% de humedad).

El rendimiento total de maíz morado obtenido en el presente experimento mostró una variación de 881 kg/há en promedio observándose el efecto positivo de los tratamientos en estudio en sus diferentes niveles. **Romheld y Fouly (2017)**, mencionan que la fertilización foliar es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura para corregir las deficiencias

nutricionales en diferentes sistemas de cultivo. Esta práctica resultante de la aplicación de los nutrientes en las partes aéreas de las plantas, está diseñada para complementar y/o suplementar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los períodos de máxima demanda, favoreciendo así la provisión adecuada para mejorar los caracteres genéticos de la producción. Los nutrientes se pueden aplicar en forma soluble en agua y por medio de equipo en la planta. Lógicamente, esta práctica no sustituye la fertilización a través de la raíz, sino que la complementa.

Por otro lado, **About (2017)**, menciona que los bioestimulantes agrícolas ayudan a mejorar los beneficios de los agricultores, asegurando que los fertilizantes aplicados sean realmente utilizados por los cultivos. Los agricultores también son capaces de obtener precios más altos por sus cosechas cuando la calidad del cultivo es mayor. La mejora de la calidad tiene un impacto positivo sobre el almacenamiento y la conservación, dando a los agricultores más tiempo para elegir el mejor momento para vender sus cosechas a precios ventajosos.

**Ascencio y Bautista (2014)**, en su trabajo de tesis aplicación foliar de tres dosis de extracto de algas marinas y de ácido fúlvico en el cultivo de maíz (*Z. mays*) híbrido Dekalb 1596, en la zona alta del valle de Ica, en el rendimiento total de grano seco pudieron apreciar el efecto positivo en el factor dosis de extracto de algas marinas con el nivel 6.0 L/ha quien obtuvo una producción de 12,249 Kg/ha, mientras que en el factor dosis de ácido fúlvico destacó el nivel 6.0 l/ha con 12,484 Kg/ha de maíz amarillo duro.

#### **5.2.9 ANALISIS ECONOMICO.-**

Realizando el análisis económico de la producción de maíz morado (cuadro N° 20) se puede apreciar que la mayor rentabilidad desde el punto de vista económico la obtuvo el tratamiento 2(Stimulate 2.0 L/ha) con una producción de 5,220 kg/ha, obteniendo el mayor ingreso neto con S/. 4,660 soles y una relación beneficio costo de 0.80 lo que indica que el agricultor con la aplicación de dicho tratamiento obtendrá una rentabilidad de S/. 0.81 sol, por cada sol invertido en el proceso productivo del cultivo de maíz morado variedad Canteño.

## 6 COMPROBACION DE LA HIPÓTESIS.

### 6.2 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS GENERAL.

Realizado el estudio Interacción de cuatro productos trihormonales estimulantes del desarrollo en la productividad del cultivo de maíz morado (*Z. mays*) variedad Canteño en la zona baja del valle de Ica, se pudo constatar el efecto de la aplicación de bioestimulante, superando ampliamente al testigo ( $H_0$ ), obteniéndose una hipótesis positiva ( $H_1$ ), encontrándose dentro de la zona de aceptación a un nivel de significación de alfa 0.05 con 95% de confiabilidad

### 6.3 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS ESPECIFICA.

- El uso de bioestimulantes, mejoraron los eventos fisiológicos del cultivo incrementando la producción de maíz morado variedad Canteño, comparándolo con el testigo ( $H_0$ ), obteniéndose una hipótesis positiva ( $H_1$ ), encontrándose dentro de la zona de aceptación a un nivel de significación de alfa 0.05 con 95% de confiabilidad.
- El uso de bioestimulantes, incrementaron la rentabilidad de maíz morado variedad Canteño, obteniendo la mayor relación beneficio costo, comparándola con el testigo

## **7. CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos en la evaluación de cada una de las características del cultivo de maíz morado variedad Canteño en la zona baja del valle de Ica, y a la interpretación de dichos resultados llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Existe un buen grado de certeza con respecto a los resultados obtenidos, toda vez que los coeficientes de variabilidad presentan valores permisibles que dan una buena confianza al presente estudio cuya variación va de 4.21% a 6.71%.
2. El suelo en el que se realizó el presente experimento es característico de los suelos de la costa peruana y no presentó limitaciones importantes para el cultivo.
3. En la longitud de mazorca se observó diferencia estadística en los tratamientos en estudio, destacando los tratamientos con clave 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 17.79 cm; 1(Biozyme 2.0 L/ha) con 16.01 cm, de longitud de mazorca en promedio.
4. En el diámetro de mazorca, no se observó diferencia estadística en los factores en estudio, obteniéndose promedios similares de 5.31 a 4.58 cm de diámetro de tallo en promedio.
5. En el peso promedio de 100 granos se observó diferencia estadística en los tratamientos en estudio, sobresaliendo el tratamiento con clave 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 54.91 gramos.
6. En el rendimiento total de maíz morado variedad Canteño, se observó diferencia estadística en los tratamientos en estudio, destacando en los tratamientos 2(Stimulate 2.0 L/ha) con 5,220 kg/ha; 1(Biozyme 2.0 L/ha) con 5,071 kg/ha.
7. La mayor rentabilidad desde el punto de vista económico la obtuvo el tratamiento 2(Stimulate 2.0 L/ha) con una producción de 5,220 kg/ha, obteniendo el mayor ingreso neto con S/. 4,660 soles y una relación beneficio costo de 0.80 lo que indica que el agricultor con la aplicación de dicho

tratamiento obtendrá una rentabilidad de S/. 0.81 sol, por cada sol invertido en el proceso productivo del cultivo de maíz morado variedad Canteño.

## **8. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones obtenidas en el presente trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

1. Ensayar el presente experimento por dos o tres veces sucesivamente en las zonas alta y media del valle de Ica, a fin de comprobar o ratificar los resultados obtenidos que incluya la variación de los factores ambientales y diferentes clases de suelos.
2. Realizar una rotación de cultivo con la finalidad de prevenir ciertas plagas y enfermedades, interrumpiendo su ciclo biológico.
3. Probar los productos estudiados en combinación con ácido fúlvico a fin de buscar una mayor productividad y rendimiento de este cultivo.
4. Considerar otros productos comerciales a base de bioestimulante en otros experimentos, a fin de encontrar una mejor rentabilidad económica y poder ser utilizado con mayores ventajas.
5. De acuerdo al análisis estadístico y económico, se sugiere realizar la aplicación foliar del producto Stimulate en la dosis de 2.0 L/ha, en base a los rendimientos obtenidos.
6. Difundir la importancia de la aplicación foliar de bioestimulante en el cultivo de maíz morado, por ser una especie mejorada que requiere cierto nivel tecnológico para expresar todo su potencial de producción, así como en otros cultivos, especialmente los de agro exportación.

## **9. FUENTES DE INFORMACION**

- 1. ARROYO, J. ; SAEZ, E. ; RODRÍGUEZ, M.; CHUMPITAZ, V. ; BURGA, J.; DE LA CRUZ, W.; VALENCIA, J. 2010.** “Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (*Zea mays L.*) en ratas hipercolesterolémicas”. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica 24: 157-162.
- 2. AYUQUE, T., J, L. 2004.** “Efecto complementario de la aplicación foliar de tres dosis de bioestimulante y de ácido húmico en el cultivo de maíz (**Z. mays**) híbrido Dekalb-834 en la zona media del valle de Ica”. Tesis UNICA. Facultad de Agronomía. Ica Perú.
- 3. 2. BENDEZU, C., L. E. Y SAYRE, A., J. J. 2011.** “Respuesta a la aplicación foliar de tres fuentes de bioestimulantes en tres dosis de aplicación en el cultivo de maíz (**Z. mays**) híbrido Agricol-8030, en el valle de Pisco”. TESIS UNICA. Facultad de Agronomía. Ica Perú.
- 4. CALZADA, B., J. 1970.** “Métodos estadísticos para la investigación” editorial Jurídica Lima- Perú.
- 5. CORDOVA, S.,C,R. 2002.** “Cereales de grano”, curso dictado en la Facultad de Agronomía de la UNICA. Ica-Perú.
- 6. CÓRDOVA, H. 2005.** “Curso Producción de Semillas de Alta Calidad y Post-Cosecha”. Catacamas, Olancho, Honduras).. Manejo de la producción de semilla de maíces híbridos. Texcoco, México. 60
- 7. CORNEJO, M., C, R. 2002.** “Fisiología de los cultivos” Documento elaborado con fines de enseñanzas. Profesor Principal D.E de la Facultad de Agronomía de la UNICA.
- 8. DUMAS, B., J. 2012.** “Organismos vivos inteligentes”. Director de Investigación del CNRS (equipo de investigación sobre las interacciones entre plantas y microorganismos) de la Université Paul Sabatier Toulouse III, Francia.
- 9. FERNANDEZ, N. A. 1995.** “Estudio de la extracción y pre purificación de antocianinas de maíz morado (**Zea mays L.**)”. Tesis en Industrias alimentarias. UNALM. Lima Perú 116 pág.

10. **GORRITI, G. A., QUISPE, J., ARROYO, A. 2009.** “*Extracción de antocianinas de las corontas de maíz morado*” Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Tesis.
11. **GUTIÉRREZ, S., M. V. 2011.** “*Aplicaciones foliares*”. Estación Experimental Fabio Baudrit M. Universidad de Costa Rica.
12. **GUY SELA. 2008.** CEO de SMART! Software de “Gestión de fertilizantes nutrición de plantas e irrigación.” Bogotá. Colombia
13. **LABORATORIOS ASOCIADOS S.A. 1997.** “*Las hormonas vegetales y los fitoreguladores*”. Dirección de Investigación y Desarrollo. Publicación N° 1.
14. **LUCAR, J. 1995.** “*Biogen bioestimulante complejo de aminoácidos y elementos menores*”. Biotechnagro del Perú SRL. Lima Perú.
15. **MANRRIQUE, A. 1997.** “*El maíz en el Perú*”. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima Perú. 362 pág.
16. **MELGAR, R. 2005.** “*La fertilización foliar de los cultivos*” INTA EEA
17. **OIKOS** “*La base orgánica de los productos OIKOS*” Monografía técnica N° 21. Ecological resources, Inc Junio 1996.
18. **OTINIANO, V. 2012.** “*Actividad antioxidante de antocianinas presentes en la coronta y grano de maíz (Zea mays L) variedad morada nativa cultivada en la ciudad de Trujillo*”. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Cesar Vallejo. 74 p.
19. **QUISPE, J., E. H. y SALDIVAR, V., J. 2002.** “*Respuesta de tres dosis de bioestimulante y de ácido húmico en el cultivo de maíz (Z. mays) híbrido XB-8010*”. TESIS UNICA. Facultad de Agronomía. Ica Perú.
20. **REQUIS, V. F. 2012** “*Manejo Agronómico del maíz morado en los valles interandinos del Perú*”. Ministerio de Agricultura. Lima Perú.
21. **RONEN, E., B. 2012.** “*Fertilización Foliar*”. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas, Biblioteca de fertilidad y fertilizantes en español. Mendoza. Argentina.
22. **ROMHELD, V. y FOULY, C. 2017.** “*Aplicación foliar de nutrientes*”. Informaciones Agronómicas N° 48 Bangkok , Thailand.
23. **UGAS, R. y SIURA, S. 2000.** “*Programa de hortalizas de la UNALM.*”. Lima Perú. 60 pág.
24. **ITAGRI. 2017** <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/La-absorcion-de-nutrientes-a-traves-de-la-fertilizacion-foliar>. Extraído el 22 de octubre del 2017.

- 25. ABOUT, F. C. 2017.** <https://www.elhuertourbano.net/abonos/bioestimulantes-agricolas/>. Revisión en línea el 30 de mayo del 2017.
- 26. VALAGRO 2017.** <http://www.valagro.com/es/corporate/investigacion-y-desarrollo/>. Revisión en línea el 30 de mayo del 2017.
- 27. AGROTERRA. 2014. INTERNET.** Revisión en línea 22 de mayo del 2,014

## **10. ANEXOS**

## **10.1 CARACTERISTICAS DE LOS PRODUCTOS EN ESTUDIO.**

### **Biozyme (Itagro S.A)**

Actúa estimulando diferentes procesos metabólicos y fisiológicos de las plantas como división y diferenciación celular, translocación de sustancias, síntesis de clorofila, diferenciación de yemas, uniformidad en floración y amarre de flores y frutos. Dando como resultado mayor eficiencia metabólica que se traduce en crecimiento y desarrollo armónico de las plantas.

#### **Composición Química:**

Giberelinas: 32.2 ppm

Ácido indolacético: 32.2 ppm

Zeatina: 83.2 ppm

Microelementos: 1.86%

Manganeso (Mn) 0.12%, Zinc (Zn) 0.37%, Hierro (Fe) 0.49%, Magnesio (Mg) 0.14%, Boro (B) 0.30%, Azufre (S) 0.44%

### **Stimulate (Stoller)**

Es un regulador de crecimiento vegetal a base de citoquininas, auxinas y ácido giberélico, hormonas vegetales naturalmente producidas por las plantas.

Estimula la división diferenciación y crecimiento de las células, especialmente cuando la planta es afectada por condiciones de stress abiótico, esto es cuando las temperaturas están por debajo de los 20° C o por encima de los 30° C por tiempo prolongado.

#### **Composición Química:**

Citoquinina (kinetina) 0.091 g/L

Auxinas (ácido indol-3-butírico) 0.50 g/L

Ácido giberélico 0.051 g/L

### **Triggr trihormonal**

Es un regulador de crecimiento, constituido por 3 de las principales hormonas vegetales que participan en el desarrollo de las plantas (giberelinas, auxinas y citoquininas) cuyo balance hace que se interactúe de una manera más eficaz y eficiente, además de contener microelementos.

Al aplicarlo aumenta el desarrollo de una planta equilibrando los procesos hormonales para diferenciación hormonal y actuando en la formación de órganos, fecundación, cuajado y amare de frutos de calidad y por lo tanto cosechas abundantes.

### **Composición Química**

Citoquininas (como kinetina)	0.132 g/l
Auxina	0.050 g/l
Giberelina	0.50 g/l

### **Phyllum**

Es un regulador de crecimiento formulado en concentrado soluble. Es 100% natural no contaminante, biodegradable y contienen: Auxinas, citoquininas, giberelinas, macro y micronutrientes, enzimas y ácidos orgánicos.

El adecuado balance de auxinas, citoquininas, giberelinas, macro y micro nutrientes, enzimas y ácidos orgánicos actúan como activadores del proceso fisiológico y diferenciación en plantas. Estimula el metabolismo de las plantas y equilibra sus funciones fisiológicas. Es soluble en agua y apropiado para aplicaciones foliares y vía riego.

### **Composición Química**

Extracto de algas:	24%
Auxinas:	10.2ppm
Citoquininas:	8.2 ppm
Giberelinas	4.5 ppm
Macro y micro nutrientes	76%

## **10.2 CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD CANTEÑO**

**Morado Canteño:** Variedad nativa, altura de 1.8 - 2.5 m., floración de 110 a 125 días.

Maíz de tipo amiláceo que tiene pigmentos de antocianina distribuidos en la planta; se caracteriza por presentar mazorcas con coronta o marlo fuertemente pigmentadas de color morado tanto externamente como en su interior y sus granos tienen el pericarpio de color morado. Las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal.

## 10.1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	Indicadores	<u>INSTRUMENTOS</u>
General	General	General	Independiente	Indicadores	
<p><b>a) Problema general.</b> ¿Qué efecto tiene la aplicación foliar de cuatro productos comerciales a base de bioestimulante trihormonal, sobre la producción y calidad del grano de maíz morado variedad Canteño en la zona baja del valle de Ica?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la respuesta de la planta de maíz morado variedad Canteño, a la aplicación foliar de cuatro productos comerciales a base de bioestimulante trihormonal, comparándola con el testigo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación foliar de cuatro productos comerciales a base de bioestimulante trihormonal en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, en el valle de Ica incrementarán la producción y calidad del grano por unidad de superficie debido a la acción positiva que se producirá en la fisiología de la planta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación foliar de cuatro productos comerciales a base de bioestimulante trihormonal (<math>x_1</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos comerciales Biozyme, Stimulate, Triggrr foliar, Phullum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Libreta de campo</li> <li>- Etiquetas de identificación</li> <li>- Útiles de escritorio</li> <li>- Balanza</li> <li>- Calculadora</li> <li>- Movilidades</li> <li>- Vermóreles</li> <li>- Contenedores</li> <li>- Mandiles</li> <li>- Mascaras.</li> <li>- Overoles</li> </ul>
Específico	Específico	Específico	Dependiente	Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿De qué manera la aplicación foliar de cuatro productos comerciales a base de bioestimulante trihormonal, influyen en la producción y otras características biométricas en el cultivo de maíz morado variedad Canteño?</li> <li>• ¿En cuánto se incrementará la rentabilidad del cultivo?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el mejor producto comercial a base de bioestimulante trihormonal, aplicados al área foliar, con respecto a la producción y otras características biométricas del cultivo de maíz morado variedad Canteño en la zona bala del valle de Ica.</li> <li>• Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio en general, que permita determinar su rentabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de bioestimulantes, mejoraran los eventos fisiológicos incrementando la producción de maíz amarillo duro.</li> <li>• El uso de bioestimulantes, incrementaran la rentabilidad de maíz amarillo duro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la producción. (<math>y_1</math>)</li> <li>• Altura de planta.</li> <li>• Diámetro de mazorca.</li> <li>• Longitud de mazorca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la producción de maíz morado variedad Canteño por unidad de superficie.</li> <li>• Mejor calidad del grano.</li> </ul>	

## COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA

**Cultivo** : Maíz morado

**Tecnología** : Media

**Variedad** : Canteño

**Provincia** : Ica

**Distanciamiento** : 0.9m x 0.3 m.

**Riego** : Por gravedad

**Jornal** : S/35.00

### I. GASTOS POR CULTIVO

Labores	Jornales		Hora de máquina		Total
	Nº	Costo	Nº	Costo	S/.
<b>a. <u>Preparación del terreno</u></b>					
- Gradeo y Planchado en seco			2	90.00	170.00
- Rayado para machaco			1	80.00	80.00
- Tomeo y riego de machaco	2	70.00			70.00
- Arado en húmedo			2	90.00	180.00
- Gradeo y planchado			2	90.00	180.00
- Tomeo					
<b>b. <u>siembra</u></b>					
- Siembra	6	210.00			210.00
- Resiembra	1	35.00			35.00
<b>c. <u>Labores culturales</u></b>					
- Primer deshierbo	4	140.00			140.00
- Desahije	1	35.00			35.00
- Primer abonamiento	1	35.00			35.00
- Cultivo y deshierbo	2	70.00	2	80.00	70.00
- Segundo abonamiento	4	140.00			140.00
- Cambio de surco y aporque			2	80.00	80.00
- Riego	6	210.00			210.00
- Control fitosanitario	8	280.00			280.00
<b>Sub total</b>	<b>30</b>		<b>12</b>	<b>510.00</b>	<b>1,915.00</b>

## II. Gastos especiales

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario S/.	Costo S/.
- Semilla	30.0	Kg.	6.66	200.00
- Guano de Inverna	2.0	Tm	130.00	260.00
- Pesticidas				
• Vencetho	120	Gramos	26.00	26.00
• Lannate 90 PS	1	Kg	158.00	158.00
• Dipterex granulado	10	kg	4.80	88.00
• Kaytar Act.SL	0.5	Litro	21.00	21.00
• Agua	10,000	m <sup>3</sup>	0.12	1,200.00
Fertilizante (150-100-100)				
• Urea	240	kg	1.50	360.00
• Fosfato diamonico	218	kg	2.20	479.00
• Sulfato de potasio	200	kg	2.44	488.00
<b>Sub total</b>				<b>3,280.00</b>

- No se considera el costo del bioestimulante por considerarse un costo variable.
- Los riegos se realizaron utilizando agua de pozo

## III. Gastos generales

- Leyes sociales (39%)	S/. 250.00
- Imprevistos	55.00
	<hr/>
	S/. 305.00

### Resumen

I. Gastos de cultivo	S/.1,915.00
II. Gastos especiales	3,280.00
III. Gastos generales	305.00
	<hr/>
	S/. 5,500.00

## Datos para el cálculo del análisis económico

### 1. Costos variables

#### Productos utilizados.

- Biozyme S/ 118.00 litro
- Stimulate S/ 140.00 litro
- Triggrr foliar S/ 115.00
- Phyllum S/ 80.00

#### a. Otros

- Precio de maíz morado S/. 2.0 el kg.

### 2. Cálculo:

Clave	Tratamientos	Bioestimulante	Total S/.
1	Biozyme 2.0 L/ha	236	236
2	Stimulate 2.0 L/ha	280	280
3	Triggrr Foliar 2.0 L/ha	230	230
4	Phyllum 2.0 L/ha	160	160
10	Testigo (sin aplicación foliar)	.-	.-

**UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**INSTITUTO DE INVESTIGACION CIENTIFICA**

**SOLICITUD:** Revisión y aprobación  
del borrador de Tesis.

**SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA.**

**Milagros de la Torre Oyola y Luis Aldair Jayo Navarro**, alumnos egresados de la Facultad que usted dirige, presentamos para su revisión y aprobación el borrador de Tesis adjunto, como parte integrante del Programa de Estudios para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

El trabajo titulado: ***"Interacción de cuatro productos trihormonales estimulantes del desarrollo en la productividad del cultivo de maíz morado (Zea mays L.) variedad Canteño en la zona baja del valle de Ica"***, se ha elaborado siguiendo las normas establecidas por la UIFIA y ha sido revisado y aprobado por mi patrocinador.

Por lo tanto, es justicia que espero alcanzar.

Ica, 26 de noviembre del 2018

.....  
**Milagros de la Torre Oyola**

**DNI 72675013**

**Celular : 913493483**

**Correo : [milagros.dlto@gmail.com](mailto:milagros.dlto@gmail.com)**

.....  
**Luis Aldair Jayo Navarro**

**DNI 72165076**

**Celular : 956052705**

**Correo : [alda1rnavarr0755@gmail.com](mailto:alda1rnavarr0755@gmail.com)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Ica, 26 de noviembre del 2018

**Señor Decano de la Facultad de Agronomía.**

**Presente**

**Asunto:** Culminación del trabajo de Tesis de mis patrocinados Bachilleres:

***Milagros de la Torre Oyola y Luis Aldair Jayo Navarro.***

Tengo el agrado de dirigirme a usted para comunicarle que mis patrocinados han culminado satisfactoriamente su trabajo de Tesis titulado ***“Interacción de cuatro productos trihormonales estimulantes del desarrollo en la productividad del cultivo de maíz morado (Zea mays L.) variedad Canteño en la zona baja del valle de Ica”***, por lo que doy por revisado y aprobado dicho trabajo quedando de esta manera apto para su revisión y aprobación.

Sin otro particular es propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente:

.....  
**Ing. Mag. Carlos Vásquez Vera.**

**Asesor**