

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



Influencia de dos bioestimulantes trihormonales en tres etapas fenológicas sobre el rendimiento de maíz choclo (*Zea mays. L*) en Huangala – Sullana-

2018

Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Girón Navarro Carlos Alberto

Asesor:

Mg Ing. López Córdova Jenny Jeanette

Piura – Perú

2019

Palabras claves

Tema	Bioestimulantes trihormonales
Especialidad	Ingeniería Agrónoma

Keywords

Topic	Trihormonal biostimulants
Speciality	Agronomy Engineering

Línea de investigación: Producción agrícola

Área: Ciencias agrícolas

Sub área: Agricultura, silvicultura y pesca

Disciplina: Agronomía

Influencia de dos bioestimulantes trihormonales en tres etapas fenológicas sobre el rendimiento de maíz choclo (*Zea mays. L*) en Huangala – Sullana- 2018

Resumen

El presente trabajo de investigación experimental, tuvo como propósito evaluar el efecto de los dos bioestimulantes trihormonales y sus etapas fenológicas en el rendimiento del maíz choclo (*Zea mays L.*) en Huangala Sullana - 2018, empleando un área de terreno de 788 m², donde se instaló el cultivo, estudiando seis tratamientos bajo un diseño estadístico de bloques completos al azar con arreglo factorial de dos bioestimulantes trihormonales por tres etapas fenológicas, con cuatro repeticiones, llegándose a determinar que el mejor bioestimulante fue Bioestim al obtenerse el mayor rendimiento promedio de 16 899 kg/ha, de maíz choclo, superando a Rumba con el cual se alcanzó un rendimiento de 15 957 kg/ha. Estadísticamente no hubo significación entre las etapas fenológicas de floración y llenado de grano; sin embargo, se alcanzaron los mayores rendimientos de 16 553 y 16 656 kg/ha, de maíz choclo, con aplicaciones de los bioestimulantes en dichas etapas respectivamente. No hubo significación estadística para el efecto de las interacciones; sin embargo, los mayores rendimientos de 17 161 y 17 219 kg/ha, de maíz grano se lograron con la aplicación de Bioestim en las etapas fenológicas de floración y llenado de grano. Para los componentes del rendimiento: longitud de choclo, la mejor respuesta se obtuvo con la aplicación de Bioestim a la floración; en cambio para peso de choclo y número de granos por choclo, fue la aplicación de Bioestim a la floración y llenado de grano. Los resultados de la presente investigación, permitirán a los agricultores de la zona en estudio, disponer de dicha información para la mejora del rendimiento del cultivo de maíz choclo, con la aplicación de Bioestim a la floración y llenado de grano.

Abstract

The purpose of this experimental research work was to evaluate the effect of the two trihormonal biostimulants and their phenological stages on the yield of corn (*Zea mays* L.) in Huangala Sullana - 2018, using a land area of 788 m², where the culture was installed, studying six treatments under a statistical design of complete blocks at random with factorial arrangement of two trihormonal biostimulants by three phenological stages, with four repetitions, reaching to determine that the best bioestimulant was Bioestim, when obtaining the highest average yield of 16 899 kg / ha of maize corn, surpassing Rumba with which a yield of 15 957 kg / ha was reached. Statistically there was no significance between the phenological stages of flowering and grain filling; However, the highest yields of 16 553 and 16 656 kg / ha, of maize corn, were reached, with applications of biostimulants in said stages respectively. There was no statistical significance for the effect of the interactions; however, the highest yields of 17

161 and 17 219 kg / ha of corn grain were achieved with the application of Bioestim in the phenological stages of flowering and grain filling. For the yield components: corn length, the best response was obtained with the application of Bioestim to flowering; however, for corn weight and number of grains per corn, it was the application of Bioestim to flowering and grain filling. The results of this research will allow farmers in the area under study to have this information to improve the yield of maize corn, with the application of Bioestim to flowering and grain filling.

Índice General

Palabra clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstrac	iv
Indice general	v
Indice de tabla	vi
Indice de figuras	vii
Indice de anexos	ix
Introducción	1
Metodología	17
Resultados	20
Análisis y discusión	34
Conclusiones y recomendaciones	36
Agradecimiento y Dedicatoria	37
Referencias bibliográficas	38
Anexo y Apendice	42

Índice De Tablas

Tabla 01. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre el rendimiento de maíz choclo (kg).	20
Tabla 02. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre la longitud de choclo (cm).	23
Tabla 03. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre el diámetro de choclo (cm).	25
Tabla 04. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre el peso de choclo (g).	27
Tabla 05. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre el número de granos por choclo.	29
Tabla 06. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre altura de planta (m).	31

Índice De Figuras

Figura 01: Efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento de maíz choclo (kg/ha).	21
Figura 02: Efecto de etapas fenológicas sobre el rendimiento de maíz choclo (kg/ha).	21
Figura 03: Efecto de la interacción bioestimulantes por etapas fenológicas sobre el rendimiento de maíz choclo (kg/ha).	22
Figura 04: Efecto de los bioestimulantes sobre la longitud de choclo (cm).	23
Figura 05: Efecto de las etapas fenológicas sobre la longitud de choclo (cm).	24
Figura 06: Efecto de la interacción bioestimulantes por etapas fenológicas sobre la longitud de choclo (cm).	24
Figura 07: Efecto de los bioestimulantes sobre el diámetro de choclo (cm).	25
Figura 08: Efecto las etapas fenológicas sobre el diámetro de choclo (cm).	26
Figura 09: Efecto de la interacción de bioestimulantes por etapas fenológicas sobre el diámetro de choclo (cm).	26
Figura 10: Efecto de los bioestimulantes sobre el peso de choclo (g).	27
Figura 11: Efecto de las etapas fenológicas sobre el peso de choclo (g).	28
Figura 12: Efecto de la interacción de bioestimulantes por etapas fenológicas sobre el peso de choclo (g).	28
Figura 13: Efecto de los bioestimulantes sobre el número de granos por choclo.	29
Figura 14: Efecto de las etapas fenológicas sobre el número de granos por choclo.	30
Figura 15: Efecto de la interacción de bioestimulantes por etapas fenológicas sobre	

el número de granos por choclo.	31
Figura 16: Efecto de los bioestimulantes sobre la altura de planta (m).	32
Figura 17: Efecto de las etapas fenológicas sobre la altura de planta (m).	33
Figura 18: Efecto de la interacción de bioestimulantes por etapas fenológicas sobre la altura de planta (m).	33

Indice De Anexos y Apendice

Anexo 01: Tabla de datos obtenidos en campo para el ANVA y Prueba de Duncan	42
Anexo 02: Tabla de analisis de varianza de cada una de las variables	44
Anexo 03: Croquis del campo experimental	47
Anexo 04: Evidencias fotograficas de los labores de campo	48
Anexo 05: Cronograma de actividades	50
Apéndice 01: Ubicación geodésicas del Campo Experimental	50

I. Introducción

El estado del arte en el que se sustenta el trabajo de investigación estará formado por:

Tamayo (2014) en su investigación titulada, *Efecto de la aplicación de cinco dosis de fitohormona con dos niveles de fertilización en la productividad de maíz Guayaquil* concluyó que el efecto combinado del fertilizante con la dosis de 160 kg, de N ; 60 kg de P₂O₅ y 40 kg de K₂O /ha, y la fitohormona 2 l/ha, logró alcanzar una producción de 9 058 kg/ha, mientras que el tratamiento de 0 kg de abono y 0 l/ha, de fitohormona consiguió un rendimiento de 2 372 kg/ha. Por otro lado, la interacción de la dosis 2 l/ha, de fitohormona con 160 kg N/ha, 60 kgP₂O₅/ha, y 40 kg K₂O/ha, superó al demás tratamiento

León (2016) en su tesis titulada *Manejo de la fertilización de maíz (Zea mays L.) en el Valle Santa Catalina, Trujillo* concluyó: Que, la aplicación de la tecnología moderna como análisis de suelo, uso de semilla mejorada y otros, permite incrementar los rendimientos y por lo tanto las exigencias en fertilizantes también crecen y su dosificación estará acorde con las variedades e híbridos modernos a utilizar y que la dosificación de fertilizantes debe ser adecuada respecto a elementos mayores y menores.

Zeña (2008) en su tesis titulada: *Efecto de la fertilización foliar en algunos períodos de crecimiento del cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays L.) con aplicaciones de urea al suelo en el valle del Medio Piura*, concluyó que los mayores rendimientos de maíz de 7 771 y 7 526 kg/ha, los obtuvo con las aplicaciones foliares del fertilizante foliar Quimifol PK 970, a la prefloración y floración, superando estadísticamente a las aplicaciones al aporque donde se obtuvo un rendimiento de 5 000 kg/ha. Para nitrógeno el mayor rendimiento de 8 472 kg/ha, lo obtuvo con el nivel

de 240 kg N/ha. El mejor tratamiento fue la aplicación de Quimifol PK-970 al momento de la prefloración para un rendimiento de 8 789 kg/ha, de maíz grano.

Rubio (2004) en su tesis titulada: *Aplicación de nitrógeno al suelo complementada con una fertilización foliar a base de PK, en diferentes estados fenológicos del maíz morado (Zea mays L.) Var. PMV-581*, concluyo: que el mayor rendimiento de 5 918 kg/ha, lo obtuvo con la aplicación del fertilizante foliar a la floración, superando a las aplicaciones al momento del llenado del grano, con 5 379 kg/ha, y al momento de la pre-floración, donde se obtuvo un rendimiento de 4 659 kg/ha, de maíz morado en mazorca. Para dosis de nitrógeno, el mayor rendimiento de 5 901 kg/ha, lo obtuvo con la dosis de 210 kg. N/ha., superando a las dosis de 180 y 150 kg N/ha, con rendimientos de 5 424 y 4 631 kg/ha, respectivamente. En cuanto a las interacciones, el mayor rendimiento de 6 843 kg./ha., de maíz morado en mazorca, fue para la aplicación de Quimifol PK 970 a la floración con 210 kg N/ha.

Valdiviezo (2004) en su tesis titulada: *Estudio de la fertilización nitrogenada y momentos de aplicación de un bioestimulante en el cultivo de maíz morado (Zea mays L.) Var. PMV-581*, concluyó que con la aplicación de Stimplex a la prefloración con la dosis de 210 kg N/ha, obtuvo el mayor rendimiento de 7 750 kg/ha, lo obtuvo con la dosis de 210 kg. N/ha, superando a todos los demás tratamientos excepto a la aplicación de la misma dosis de nitrógeno con Stimplex pero a la floración cuyo rendimiento fue de 7 352 kg/ha, de maíz. Los rendimientos se incrementaron a partir de la aplicación de 180 hasta 210 kg. N/ha., para luego decrecer a 240 kg. N/ha. complementadas con la aplicación del bioestimulante foliar a la prefloración, disminuyendo a la floración y llenado del grano, encontrándose marcadas diferencias en los rendimientos con respecto al testigo donde solo se fertilizó con nitrógeno, lo que demuestra la influencia que tienen los bioestimulantes como complemento al abonamiento nitrogenado al suelo. La misma respuesta se obtuvo para el resto de componentes del rendimiento.

Flores (2012) en su tesis titulada: *Respuesta de tres fertilizantes foliares aplicados en tres estados fenológicos en el cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays L.) variedad Marginal T-28, en el Valle del Chira*, concluyo que con la aplicación del fertilizante foliar Omex 20-20-20 obtuvo el mayor rendimiento de 8 259 kg/ha, de maíz grano. El estado fenológico de mejor respuesta para la aplicación de los fertilizantes foliares fue a los 45 días después de la siembra con un rendimiento de 8 322 kg/ha, de maíz grano. La combinación de mejor respuesta para un rendimiento de 8 839 kg/ha, de maíz grano, resultó ser la aplicación del fertilizante foliar Omex 20-20-20 a los 45 días después de la siembra; así como para los componentes del rendimiento.

Tovar (2017) en su investigación *Efecto de la interacción del ácido triiodo Benzoico con citoquininas en el rendimiento de Maíz (Zea mays L.) Acobamba Huancavelica*, concluyo que la aplicación de 8 mg/l, de ácido triiodo y 0,08 mg/l, de alcanzó el mayor rendimiento de 4 t/ha., de maíz en grano seco. Sin embargo, el rendimiento del testigo, sin ninguna aplicación alcanzó el menor rendimiento de 2,75 t/ha.

Suárez (2013) en su trabajo de investigación *Respuesta del cultivo de maíz (Zea mayz L) a la aplicación de tres bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica, en la zona de San Gabriel, provincia del Carchi* concluyó, que empleando el bioestimulante foliar Biozyme TF en dosis de 2 l/ha, logró un incremento significativo en el rendimiento del cultivo de maíz. Así mismo señala que la aplicación de los bioestimulantes foliares debe ser complementaria a un programa de fertilización química u orgánica basados en un análisis químico del suelo.

La fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo. La fertilización foliar es una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los

cultivos y mejora el rendimiento y calidad del producto, pero no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero si es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas de desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica. Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y en el incremento de los rendimientos de las cosechas, y que muchos problemas de fertilización al suelo se pueden resolver fácilmente mediante la fertilización foliar. Se reconoce que la absorción de los nutrimentos a través de las hojas no es la forma normal. La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda. La nutrición foliar se dirige a los estados de crecimiento cuando disminuye la velocidad de la fotosíntesis y ocurre una baja absorción de nutrientes vía raíces, en función de ayudar a la translocación de nutrientes hacia la semilla, fruto o crecimiento vegetativo. La nutrición foliar es una efectiva herramienta de manejo ya que favorece e influencia los estados de crecimiento pre-reproductivos, compensando los estreses inducidos por el medio ambiente de condiciones adversas de crecimiento y/o una pobre disponibilidad de nutrientes (Trinidad y Aguilar, 2000).

Los bioestimulantes trihormonales es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, teniendo en cuenta su tolerancia al estrés biótico o abiótico mejorando algunas de sus características agronómicas, independientemente del contenido en los nutrientes de la sustancia (García 2017 revista INTAGRI)

Los bioestimulantes son aquellos productos que conllevan a incrementar el desarrollo, la producción y crecimiento de los vegetales, así tenemos los aminoácidos, hormonas, enzimas, vitaminas, y elementos minerales. (BIETTI Y ORLANDO, 2003) citado por (CADENAS, 2013)

Las hormonas no actúan directamente a nivel del organismo si no a nivel de célula por ejemplo, en la mitosis, por alargamiento celular de modo que sus efectos se hacen sentir que se basen en los fenómenos citológicos afectados. (Carcidueñas, 1993) citado por (Buny, et. Al, 2014)

Las etapas fenológicas del cultivo sirven para poder conocer sus condiciones climáticas y requerimientos hídricos adecuados; estos conocimientos son necesarios en el uso de modelos agroclimáticos, en el diseño y la planificación de riegos, en la programación de siembras y cosechas, en zonificaciones agroclimáticas. Una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado evento meteorológico, de manera que las oscilaciones en los valores de este evento se reflejan en el rendimiento del cultivo; estos periodos críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas (SENAMHI, 2011).

La relevancia de la presente investigación se sustenta, que el cultivo de maíz choclo, constituye uno de los pilares básicos de la canasta familiar en donde los pequeños agricultores del país y en particular de la región Piura, siembra este cultivo como pan llevar por ser un cultivo de corto período vegetativo, que le permite obtener hasta tres cosechas al año, para abastecer los mercados nacionales y locales, en donde el pequeño productor logra una cierta sostenibilidad económica. Sin embargo sus rendimientos son bastante variables, por consecuencia de una serie de factores, relacionados principalmente con el inadecuado manejo agronómico, razón por la cual

se planteó la presente investigación, estudiando dos factores importantes como son los bioestimulantes que influyen en el crecimiento, desarrollo y procesos fisiológicos de la planta y sus momentos de aplicación en determinadas etapas fenológicas, donde la mayor influencia se puedan tener en los bioestimulantes, para la mejora de los rendimientos del cultivo de maíz choclo, en condiciones ecológicas de la zona en estudio.

Para ello se Planteó la interrogante ¿Cuál será la influencia de dos bioestimulantes trihormonales y tres etapas fenológicas sobre el rendimiento de maíz choclo (*Zea mays L*) en Huangala – Sullana- 2018?

Según la FAO (2017) los bioestimulantes agrícolas incluyen diversas formulaciones de compuestos, sustancias y otros productos que se aplican a plantas o suelos para regular y mejorar los procesos fisiológicos del cultivo, haciéndolos más eficientes. Los bioestimulantes actúan sobre la fisiología vegetal a través de diferentes vías para mejorar el vigor de los cultivos, los rendimientos, la calidad y la conservación / conservación posterior a la cosecha.

Los bioestimulantes son **sustancias biológicas** que 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.

El término el bioestimulante se refiere a sustancias que al ser aplicadas en cantidades pequeñas generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento

vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos. Este término también se utiliza en el mercado, para describir una amplia gama de productos, que van desde extractos de plantas hasta extractos animales, además combinaciones de estos con productos de reconocida función, tales como nutrimentos, vitaminas o reguladores de crecimiento (Meléndez, y Molina, 2002).

Los bioestimulantes son sustancias que activan diferentes procesos fisiológicos como el incremento de la fotosíntesis y la producción de diferentes hormonas que actúan sobre la elongación de las células de la planta, así como la mejora de los rendimientos de las cosechas (Montano y col., 2008).

Etapas fenológicas.- Son los diferentes estados de crecimiento y desarrollo por los que pasa un cultivo, en relación con el clima y el tiempo atmosférico, fases como: germinación, emergencia, aparición de hojas, floración, formación de grano, llenado de grano, maduración del grano etc., que tienen relación con las condiciones prevalecientes de temperatura y la oportuna cantidad de precipitación (Taiz y Zeiger, 2006; Villers et al., 2009; citados por Granados y Sarabia, 2012). La fenología establece las distintas fases del desarrollo por las que atraviesa un cultivo, tiene en cuenta los cambios morfológicos y fisiológicos que se producen a medida que transcurre el tiempo (Ortas, 2008).

Bioestim.- Es un bioestimulante trihormonal, de formulación concentrada soluble, que promueve e interviene en procesos metabólicos como estructurales; de transporte de ATP, hormonal (auxinas, citoquininas, giberelinas) y catalizadores (enzimas) que contribuyen al desarrollo del sistema radicular, crecimiento vegetativo, promueve la división celular, formación de órganos de la planta, floración, fructificación, cuajado de frutos y la fotosíntesis. Activa y potencia el metabolismo celular, mejorando la eficiencia fisiológica de las plantas, incrementa flores y frutos, retrasa el envejecimiento de tejidos y órganos, induce al brotamiento de las yemas axilares,

facilita la traslocación de los fotosintatos, obteniendo altos rendimientos y cosechas de calidad. Bioestim, rescata a los cultivos de situaciones adversas o de estrés causados por agentes abióticos (fitotoxicidades por plaguicidas, friaje, heladas, granizo, trasplantes, quemaduras por exceso de sales o fertilizantes) y por agentes bióticos (ataque de enfermedades). Es un agente antiestresante. En su composición contiene:

Citoquininas	2,0913 g/l.
Giberelinas	0,0319 g/l.
Auxinas	0,0302 g/l.
Ácido fólico	0,000099 g/l.
Aminoácidos	0,5 g/l.
Microelementos	0,25 g/l.
Aditivos c.s.p.	1,00 l. (Chemical Processes Industries S.A.C,2016).

Rumba.- Es un regulador de crecimiento de plantas de origen natural, proveniente de un extracto de cultivo microbiano de algas marinas, que contiene precursores de citoquininas, auxinas y giberelinas, además de enzimas y aminoácidos. Al ser aplicado al follaje de las plantas proporciona hormonas y elementos menores esenciales con un adecuado balance que da como resultado un incremento significativo de los rendimientos y una mejor calidad de las cosechas. Rumba es un producto orgánico que contiene una mezcla de precursores hormonales, aminoácidos y enzimas. Aumentando el balance de las citoquininas, auxinas y giberelinas en las plantas para mejores rendimientos y calidad de las cosechas. Composición:

Extracto de cultivos microbianos:	1,1%
Aditivos:	98,9% (Silvestre, 2014).

Morfología del Maíz

Strasburger (1986) clasifica taxonómicamente al maíz así:

Reino	:	Plantae
División	:	Angiospermae
Clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Graminales
Familia	:	Graminae
Tribu	:	Maydeae
Género	:	<i>Zea</i>
Especie	:	<i>Zea mays L.</i>

El maíz es un cultivo de crecimiento rápido, que requiere de una temperatura media entre 24 °C a 30 °C., una mínima de 8° a 10° C, y una máxima de 35- 39°C, Para la germinación la temperatura debe ser entre 15 a 20°C, y para fructificación de 20 a 32° C. Requiere de una precipitación pluvial de 600 a 700 mm, de lluvia durante su ciclo vegetativo, variando sus necesidades de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo. El maíz se cultiva entre los 0 a 3 500 m.s.n.m., y se adapta a una amplia variedad de suelos, siendo los más idóneos para el cultivo, los francos, fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua. Crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8, fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia (Miramontes et al. 2008).

En cuanto a la morfología de la planta de maíz, esta, presenta una raíz tipo fasciculada, cuya función es de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. En estos pelos radicales es donde se presentan el

máximo de absorción del agua y de los nutrientes contenidos en el suelo (Aldrich y Leng, 1986).

Las hojas de este cereal son muy similares a otras gramíneas son largas lanceoladas, alternas, paralelineadas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. El número más frecuente es de 12 a 18 con un promedio de 14 en cada nudo emerge una hoja sécil, plana y con una longitud variable desde más o menos 30 cm hasta un metro y la anchura es variables (Aldrich y Leng, 1986).

El maíz es una planta monoica, con inflorescencias masculinas y femeninas separadas dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula llamada espiga o penacho, decoloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido de granos de polen, alrededor de los 800 a 1000 granos y se forma una estructura vegetativa denominada espádices que se disponen en forma laterals (Aldrich y Leng, 1986).

La mazorca, es la infrutescencia o espiga de tipo cilíndrica formada por el grano, el mismo que es llamado olote, que tiene pedúnculo y panca, la cual debe cubrir a la mazorca que sirve de protección de la humedad y del ataque de plagas y enfermedades (Aldrich y Leng, 1986).

El fruto del maíz es un grano que se le conoce como cariósido, su pared del ovario o pericarpio está fundido con la cubierta de la semilla o testa y ambas combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste en tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide (Aldrich y Leng, 1986).

Las etapas fenológicas que describen el ciclo del cultivo de maíz, según el CIMMYT (2004), son:

Etapas	Días	Características
VE	5	El coleoptilo emerge de la superficie del suelo.
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n” (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo).
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panoja.
Ro	57	Antesis o floración masculina, el polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapas de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapas lechosas. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapas masosas. Los granos se llenan con una pasta blanca. El Embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5	102	Etapas dentadas. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

Las principales labores de manejo agronómico del cultivo de maíz son:

Preparación del suelo, que comprende las labores de: limpieza del terreno, para eliminar malezas y rastrojos existentes en el campo (Manrique, 1987; Reyes, 1990); aradura, para la roturación del suelo empleando para arado de discos (Manrique, 1987; Reyes, 1990). Riego de machaco, para acelerar la germinación de las semillas de malezas existentes en el suelo y facilitar las labores de gradeo posteriormente (Manrique, 1987; Reyes, 1990). Gradeo, para romper los terrones y eliminar los espacios de aire entre ellos, pudiéndose hacer de preferencia en forma cruzada con el fin de lograr un buen mullimiento del suelo hasta que la tierra quede suficientemente pulverizada para que pueda cubrir la semilla y favorecer la germinación (Manrique, 1987; Reyes, 1990) y la surcadura, donde la distancia entre surcos recomendable para la siembra del maíz es de 80 a 90 cm, pudiendo hacerse con arado surcador o con arado de vertedera (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

La siembra del maíz es a piquete, colocando 5 semillas por golpe a una profundidad de 5 a 8 cm, en la costilla del surco o en el fondo de éste. La densidad de siembra depende de la fertilidad del suelo y de la finalidad del cultivo, es decir, si es para choclo, grano o para forraje (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

El desahije, es una labor cultural que se realiza a los 15 días de la siembra que consiste en eliminar las dos plantas más débiles y mal conformadas de las cinco semillas sembradas, dejando solamente tres plantas por golpe hasta la cosecha (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

El aporque es una labor cultural muy importante en el maíz, porque favorece la estabilidad y soporte de la planta evitando su caída o tumbada por efecto del viento y exceso de humedad. Además, estimula el desarrollo de las raíces adventicias

aumentando su estabilidad y anclaje. Se realiza a los 45 días de la siembra cuando las plantas tienen 40 a 50 cm, de altura (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

Respecto al abonamiento, el maíz necesita nitrógeno, fósforo y potasio, durante su desarrollo vegetativo para lograr incrementos en los rendimientos unitarios, cuyas cantidades de fertilizantes a emplear dependen principalmente de las densidades de siembra, tipo de suelo y de su fertilidad. La fertilización del maíz debe hacerse en forma fraccionada, aplicándose el 50% del nitrógeno a los 15 días de la siembra y el otro 50% restante al momento del aporque (45 días), empleando para ello la dosis de 180 kg N/ha, (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

El maíz es una planta exigente en agua, presentando sus máximas exigencias durante el período de polinización, de formación del grano y maduración de la mazorca. La frecuencia y número de riegos depende principalmente de la capacidad de retención de agua del suelo, siendo mayor en suelos arenosos y delgados, disminuyendo en suelos francos, arcillosos y profundos. El primer riego se da a los 25 a 30 días de la siembra. El segundo riego a la floración, donde tanto la humedad como la temperatura del suelo juegan un papel importante en la sincronización de la producción del polen y la emisión de las barbas de la mazorca, lo cual permite una adecuada fecundación, que aseguran una buena producción. El tercer riego es al inicio de llenado del grano para lograr una buena formación y llenado de los granos (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

En el cultivo de maíz, las malezas constituyen uno de los principales competidores, por los nutrientes, luz y agua, por lo que es mantener los campos de cultivo libres de malezas. Generalmente se recomiendan dar dos deshierbos manuales, el primero a los 15 días de la siembra y el segundo a los 30 días, por ser este el período crítico de competencia de malezas. El control de las malezas puede hacerse en forma cultural, mecánico y químico (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

El cultivo de maíz es afectado en el campo desde el momento de la siembra hasta la cosecha, por diferentes insectos, los cuales deben controlarse oportunamente, siempre y cuando lleguen a constituir un peligro para el cultivo. Por mencionar algunas plagas:

Gusanos de tierra (*Feltia experta*). Comprende un grupo de gusanos o larvas que se alimentan cortando las plántulas de maíz durante la noche a la altura del cuello. El más frecuente es el *Feltia experta* (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

Gusano picador del cuello del tallo (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller). Es una plaga que puede destruir casi por completo campos de maíz recién germinados. Las larvas perforan el cuello de las plántulas recién germinadas, produciendo el secado del cogollo central y la planta emite uno o dos hijuelos que nunca producen (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Es la plaga de mayor importancia por su ataque persistente y especialmente cuando las plantas son tiernas. Las hojas muestran huecos en serie o irregulares en los bordes. Se puede controlar con aplicaciones de insecticidas generalmente de tipo granulados el mismo que debe colocarse en el cogollo de la planta (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

Pulgones (*Aphis maydis*). Son insectos pequeños de color verde oscuro, que se ubican en el cogollo de las plantas, pudiendo invadir las hojas y la panoja, produciendo gran cantidad de mielecilla sobre la cual se desarrolla el hongo negro de la fumagina (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

Gusano Cañero o barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*). Es otra plaga de gran importancia, cuya incidencia es mayor en las zonas calurosas de la Costa en especial de la Costa Norte y Selva. Las larvas perforan el tallo y forman galerías en

su interior destruyendo el parénquima y facilitando el quebrado de las plantas (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

Gusano de la mazorca (*Heliothis zea*). Esta plaga alcanza gran importancia económica en los cultivos de maíz amiláceo en los valles de la Sierra. Los maíces duros son más resistentes a esta plaga. Los adultos ovipositan en las barbas de las mazorcas tiernas y las larvas penetran por la punta de la mazorca comiendo los granos tiernos (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

Dentro de las enfermedades, podemos mencionar:

Pudrición de la raíz, es una enfermedad que se presenta al estado de plántula y después de la floración, ocasionando pequeñas manchas decoloradas y húmedas sobre las raíces y cuello del tallo, las que posteriormente producen pudriciones que provocan marchitez y muerte de las hojas. Los patógenos que producen estas pudriciones son *Diplodia*, *Gibberella*, *Pythium* (Manrique, 1987; Reyes, 1990). Carbón del maíz (*Ustilago maydis*), se encuentra presente en casi todas las zonas donde se cultiva maíz. Se presenta en tiempo seco y en suelos ricos en nitrógeno, especialmente los abonados con estiércol intensivamente (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

La cosecha es una de las últimas fases del cultivo del maíz y su oportunidad es de suma importancia, permite obtener un producto de alta calidad, así como reducir las pérdidas de mazorcas en cosechas tardías. La oportunidad de cosecha del cultivo de maíz, dependerá del tipo de cultivo, ya sea para choclo, chala o forraje o para grano. La cosecha para choclo, es propio de las variedades blanco amiláceas chocleras, usadas en su estado de grano verde lechoso como choclo. Por lo tanto, el momento óptimo de cosecha se encontrará justo cuando los granos presenten el endospermo turgente y lleno de un líquido azucarado y lechoso que sale violentamente cuando se presiona y rompe el pericarpio con la uña del dedo pulgar. Este estado se encuentra

entre los 40 a 50 días después de la floración, por lo tanto, el período de cosecha es bastante corto, de aproximadamente 10 días (Manrique, 1987; Reyes, 1990).

La hipótesis planteada, fue que, los bioestimulantes aplicados en determinadas etapas fenológicas influyen en el rendimiento del maíz choclo (*Zea mays* L.) en Huangala – Sullana 2018.

El objetivo general fue evaluar el efecto de los dos bioestimulantes trihormonales y sus etapas fenológicas en el rendimiento del maíz choclo (*Zea mays* L.) en Huangala Sullana - 2018, y los objetivos específicos fueron: Determinar el bioestimulante de mejor respuesta para el rendimiento de maíz choclo. Determinar la etapa fenológica más adecuada para la aplicación del bioestimulante para el rendimiento de maíz choclo. Determinar el tratamiento de mejor respuesta para el rendimiento de maíz choclo.

II. Metodología

La investigación realizada fue de tipo aplicada y experimental, en razón que los conocimientos obtenidos, permitirán ayudar a solucionar problemas relacionados con el cultivo de maíz choclo en Huangala-Sullana. Mediante las evaluaciones se determinó cuál fue el bioestimulante y la etapa fenológica de mejor respuesta para el rendimiento del maíz choclo (*Zea mays* L.) en Huangala-2018. El diseño de investigación empleado fue bloques completos al azar, con arreglo factorial de 2 x 3, con cuatro repeticiones, haciendo un total de 24 parcelas, tal como se observa en el *Anexo 03, Figura 01*, de la distribución de los tratamientos.

La población estuvo compuesta de 3 456 plantas correspondientes a un área de 788 m².

La muestra para evaluar el rendimiento será de 72 plantas, correspondiente a un área de 9,60 m². Para la evaluación de los componentes productivos, la muestra fue de 20 plantas y en 20 mazorcas, por unidad experimental, de acuerdo a la variable en estudio.

Respecto a la ubicación, el campo experimental se encuentra ubicado en el departamento de Piura, provincia Sullana, Distrito de Bellavista, caserío de Huangala, con ubicación geodésica a una UTM 543 187,57 Este, 9 464 867,29 Norte y altitud 51,78 m.s.n.m.

Las características del campo experimental fueron: largo 30,00 m, ancho 24,80 m, con un área de 788 m². El largo de bloque fue 24,80 m, ancho de 7,20 m, y un área de 178,56 m². El largo de la parcela será de 6,00 m, con un ancho de 3,20 m, con un área

de 19,20 m², y un área neta evaluable de 9,60 m². El distanciamiento entre surcos fue de 0,80 m.

Durante la conducción del experimento en campo, se realizaron las siguientes labores:

La preparación del suelo, se inició con la limpieza del campo experimental, seguido de la aradura y bordeadura para facilitar el riego de machaco, Con el terreno en capacidad de campo, se gradeo y surcó empleando caballo a un distanciamiento de 0.80 m, entre surcos, tal como se observa en el *Anexo 04. Figura 01*.

La siembra se realizó a piquete, colocando cinco semillas por golpe a un distanciamiento de 0,50 m, entre golpes y 0.80 m, entre surcos, como se observa en el *Anexo 04. Figura 02*.

Se hicieron tres deshierbos manuales, a los 15, 30 y 60 días de la siembra, predominando las malezas de coquito (*Cyperus rotundus*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*). El desahije se realizó a los 15 días de la siembra, eliminando las dos plantas de menor conformación y vigorosidad.

La fertilización se realizó inmediatamente después del desahije, colocando en el primer abonamiento el 50% de la dosis de nitrógeno y en el segundo abonamiento que fue al momento del aporque, se aplicó el otro 50% de la dosis de nitrógeno. La dosis de nitrógeno que se utilizó fue 210 Kg. /ha, empleado urea 46% N. *Anexo 04. Figura 03*.

La aplicación de los bioestimulantes se hizo de acuerdo a las etapas fenológicas en estudio: prefloración, floración y llenado de grano.

Se aplicaron tres riegos: a los 25 días de la siembra, al inicio de floración y al inicio del llenado del grano.

Como control preventivo para gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Lorsban 4 EC, a la dosis de 1 litro/ha. *Anexo 04. Figura 04*.

La cosecha se realizó a los 115 días de la siembra, cosechando los choclos de los dos surcos centrales de cada parcela. *Anexo 04. Figura 05.*

Se consideró los indicadores en estudio de:

Rendimiento de maíz choclo (kg/ha) para lo cual, se cosecharon los choclos de los dos surcos centrales de cada parcela en un área de 9,60 m², se pesaron y expreso dicho peso en kg/ha. *Anexo 04. Figura 06.*

Para longitud de choclo (cm) se midieron 20 choclos por parcela, para obtener un promedio en centímetros. *Anexo 04. Figura 07.*

Para diámetro de choclo (cm), se midió el diámetro de los mismos 20 choclos muestreadas, para obtener un promedio en centímetros. *Anexo 04. Figura 08.*

Peso de choclo (g) se pesaron los mismos 20 choclos muestreados por parcela, para obtener un promedio expresado en gramos. *Anexo 04. Figura 09.*

Para altura de planta (m), se midieron al momento de la floración, 20 plantas por parcela, desde el nivel del suelo hasta el nudo ciliar, para obtener un promedio en metros. *Anexo 04. Figura 10.*

III. Resultados

En cuanto a la evaluación del rendimiento de maíz choclo, para el análisis de varianza, se observa diferencias significativas para el efecto de bioestimulantes. No hubo significación estadística para las etapas fenológicas y para la interacción, con un coeficiente de variabilidad de 5,74 %. *Anexo 02. Tabla 01.*

Tabla 01. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre el rendimiento de maíz choclo (kg/ha).

Etapas fenológicas	Bioestimulantes		Efecto principal de momentos de aplicación
	Bioestim	Rumba	
Prefloración	16 318 a	15 833 a	16 075 a
Floración	17 161 a	15 945 a	16 553 a
Llenado de grano	17 219 a	16 094 a	16 656 a
Efecto principal de bioestimulantes	16 899 A	15 957 B	

Para el efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento de maíz choclo, según la prueba de Duncan (Tabla 01), se encontró diferencias significativas, alcanzándose el mayor rendimiento de 16 899 kg/ha, con la aplicación de Bioestim, superando estadísticamente al bioestimulante Rumba, con el cual se alcanzó un rendimiento de 15 957 kg/ha, de maíz choclo. Figura 01.

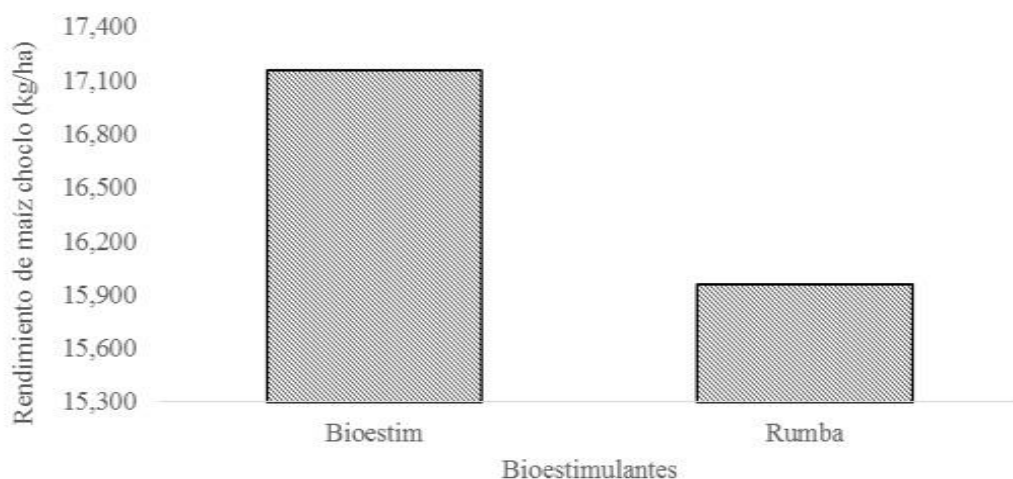


Figura 01: Efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento de maíz choclo (kg/ha)

Para el efecto de las etapas fenológicas sobre el rendimiento, la prueba de Duncan (Tabla 02) no detectó significación estadística, solo diferencias numéricas, donde el mayor rendimiento de 16 656 kg/ha, de maíz choclo, se obtuvo con la aplicación de los bioestimulantes en la etapa de llenado de grano, seguido por las etapas de floración y prefloración, con rendimientos de 16 553 y 16 075 kg/ha, de maíz choclo, respectivamente. Figura 02.

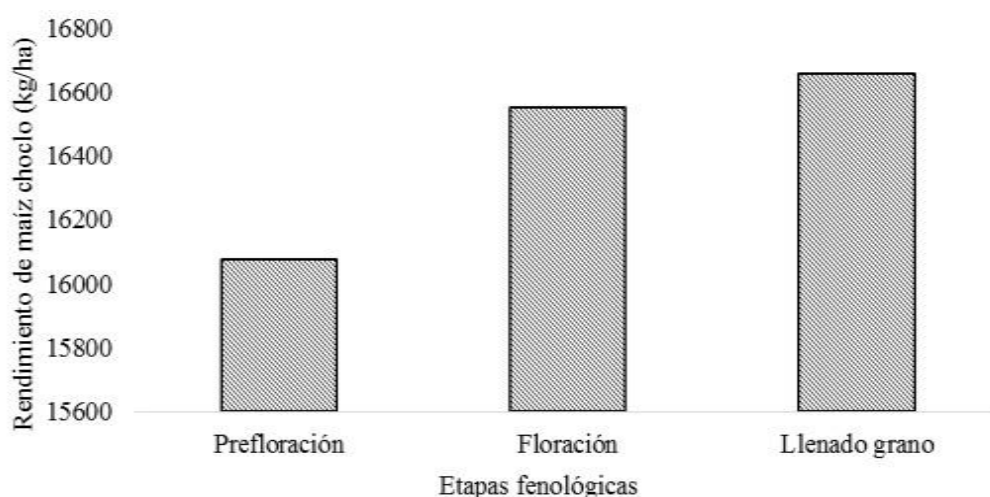
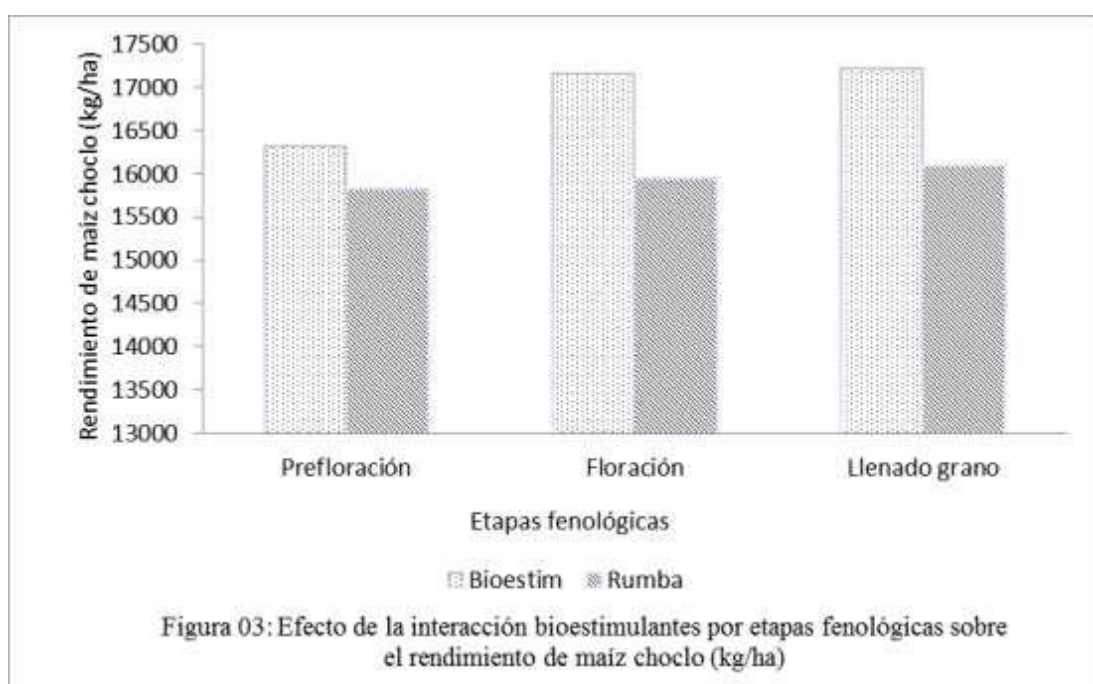


Figura 02: Efecto de etapas fenológicas sobre el rendimiento de maíz choclo (kg/ha)

Para las interacciones, según la prueba de Duncan (Tabla 02) no se encontró significación estadística, solo diferencias numéricas, donde los mayores rendimientos de 17 161 y 17 219 kg/ha, de maíz choclo, se obtuvieron aplicando Bioestim en las etapas de floración y llenado de grano, siendo superiores al resto de interacciones, donde se nota mayormente, que los más bajos rendimientos correspondieron a las aplicaciones del bioestimulante Rumba en las tres etapas fenológicas en estudio. Figura 03.



Para longitud de choclo (cm) según el análisis de varianza, se detectó diferencias altamente significativas para el efecto de bioestimulantes y etapas fenológicas. Para la interacción no hubo significación estadística, con un coeficiente de variabilidad de 7,48 %. Anexo 02. Tabla 02.

Tabla 02. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre la longitud de choclo (cm).

Etapas fenológicas	Bioestimulantes		Efecto principal de momentos de aplicación
	Bioestim	Rumba	
Prefloración	20,13 b	18,93 b	19,53 b
Floración	23,90 a	20,85 b	22,38 a
Llenado de grano	21,33 b	19,50 b	20,41 b
Efecto principal de bioestimulantes	21,78 A	19,76 B	

Para el efecto de los bioestimulantes sobre la longitud de choclo, la prueba de Duncan (Tabla 02) muestra diferencias significativas, donde la mayor longitud de 21,78 cm, se obtuvo con la aplicación de Bioestim, superando al bioestimulantes Rumba, con el cual se alcanzó un tamaño de choclo de 19,76 cm. Figura 04.

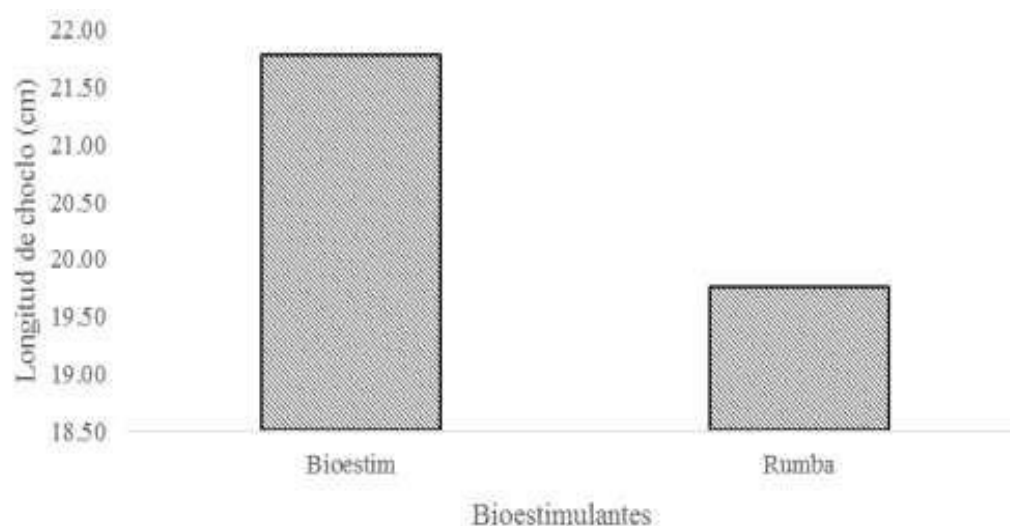


Figura 04: Efecto de los bioestimulantes sobre la longitud de choclo (cm)

Para etapas fenológicas, la prueba de Duncan (Tabla 02) detectó significación estadística, para longitud de choclo, con el mayor promedio de 22,38 cm, para la aplicación de bioestimulantes a la floración, superando a las aplicaciones en las etapas de prefloración y llenado de grano, con longitudes de choclo de 19,53 y 20,41 cm, respectivamente. Figura 05.

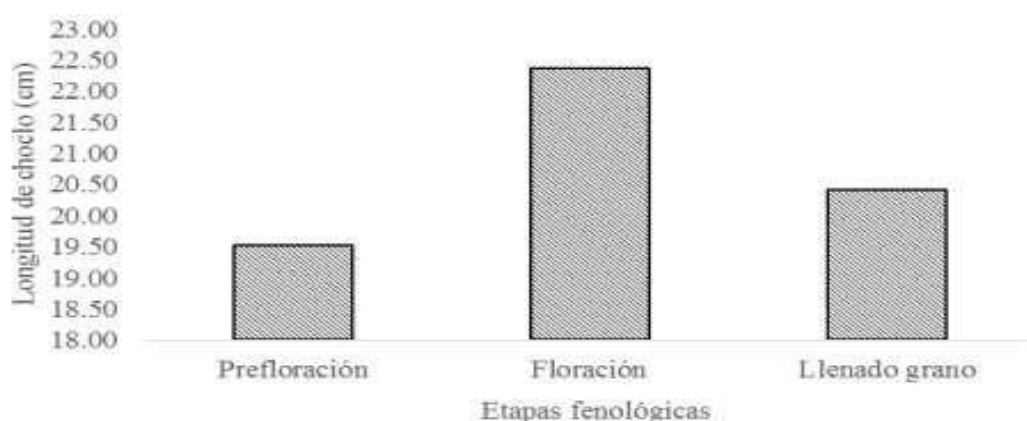


Figura 05: Efecto de las etapas fenológicas sobre la longitud de choclo (cm)

En cuanto a las interacciones, la prueba de Duncan (Tabla 02) muestra diferencias significativas, para longitud de choclo, donde con la aplicación de Bioestim a la floración, se alcanzó el mayor promedio de 23,90 cm, superando estadísticamente al resto de interacciones, como se ve en la Figura 06.

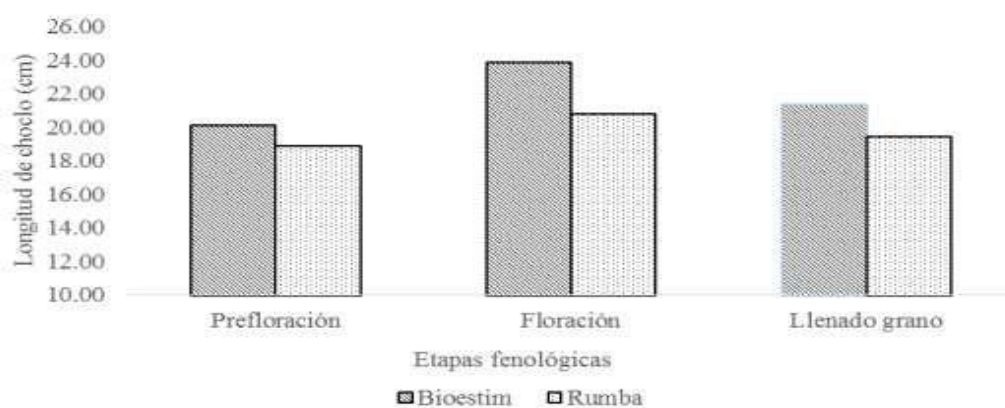


Figura 06: Efecto de la interacción bioestimulantes por etapas fenológicas sobre la longitud de choclo (cm)

Para diámetro de choclo (cm) según el análisis de varianza, se encontró diferencias significativas para el efecto de bioestimulantes. No hubo significación estadística para etapas fenológicas y para la interacción, con un coeficiente de variabilidad de 8,30 %. *Anexo 02. Tabla 03.*

Tabla 03. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre el diámetro de choclo (cm).

Etapas fenológicas	Bioestimulantes		Efecto principal de momentos de aplicación
	Bioestim	Rumba	
Prefloración	6,03 a	5,58 b	5,80 a
Floración	6,23 a	5,83 a	6,03 a
Llenado de grano	6,48 a	5,90 a	6,19 a
Efecto principal de bioestimulantes	6,24 A	5,77 B	

Para el efecto de los bioestimulantes en cuanto a diámetro de choclo, la prueba de Duncan (Tabla 03) muestra diferencias significativas, alcanzándose el mayor diámetro de choclo de 6,24 cm, con la aplicación de Bioestim, superando al bioestimulante Rumba, cuyo diámetro de choclo fue de 5,77 cm. Figura 07.

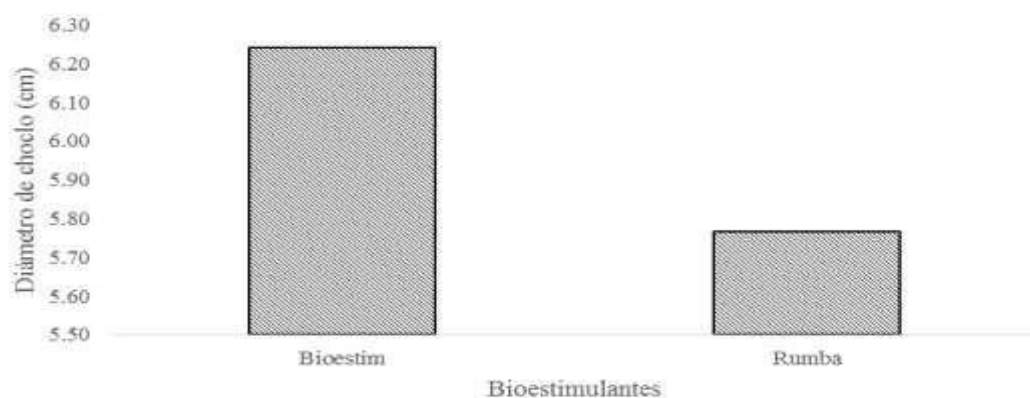


Figura 07: Efecto de los bioestimulantes sobre el diámetro de choclo (cm)

Para el efecto de las etapas fenológicas sobre el diámetro de choclo, según la prueba de Duncan (Tabla 03) no hubo significación estadística, solo ligeras diferencias numéricas, correspondiendo los mayores promedios a las aplicaciones de los bioestimulantes en las etapas de floración y llenado de grano. Figura 09.

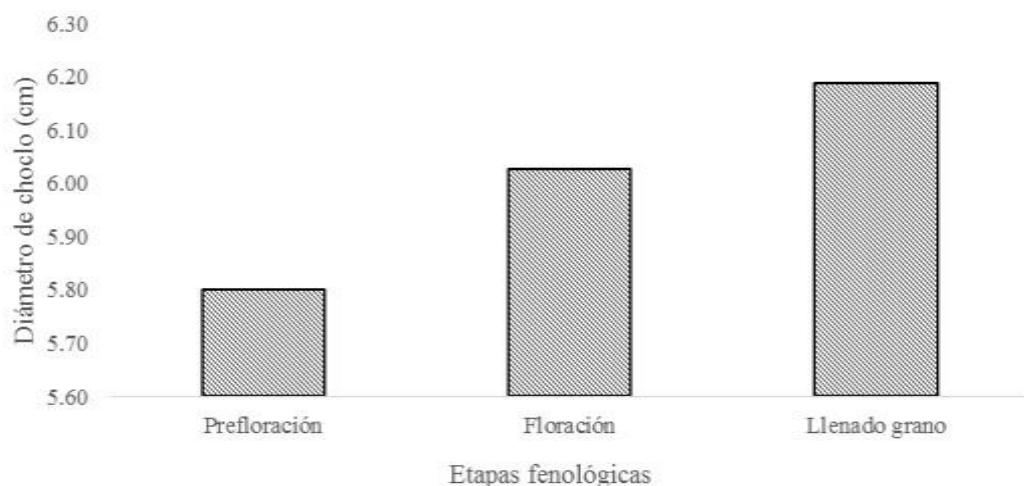


Figura 08: Efecto las etapas fenológicas sobre el diámetro de choclo (cm)

Respecto a las interacciones, la prueba de Duncan (Tabla 03) muestra solo diferencia significativa, entre la aplicación de Bioestim al llenado de grano con 6,48 cm, que superó a la aplicación del bioestimulante Rumba a la prefloración, que alcanzó un promedio de 5,58 cm. Figura 06.

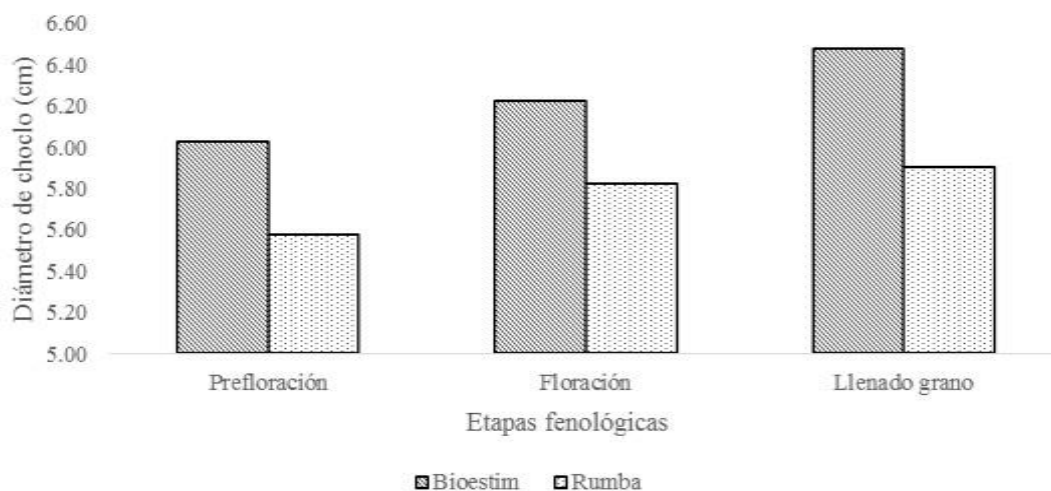


Figura 09: Efecto de la interacción de bioestimulantes por etapas fenológicas sobre el diámetro de choclo (cm)

En el análisis de varianza para peso de choclo (g) se visualiza diferencias altamente significativas para el efecto de bioestimulantes y etapas fenológicas, más no para la interacción de ambos factores, con un coeficiente de variabilidad de 5,14 %. Anexo 02. Tabla 04.

Tabla 04. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre el peso de choclo (g).

Etapas fenológicas	Bioestimulantes		Efecto principal de momentos de aplicación
	Bioestim	Rumba	
Prefloración	216,29 b c	187,23 d	201,76 b
Floración	234,90 a b	210,46 c	222,68 a
Llenado de grano	248,83 a	220,39 b c	234,61 a
Efecto principal de bioestimulantes	233,34 A	206,02 B	

En relación al efecto de los bioestimulantes sobre el peso de choclo, la prueba de Duncan (Tabla 04) muestra diferencias significativas, donde con la aplicación de Bioestim, se logró el mayor peso de 233,34 gramos, superando al bioestimulantes Rumba, donde se alcanzó un peso de choclo de 206,02 gramos. Figura 10.

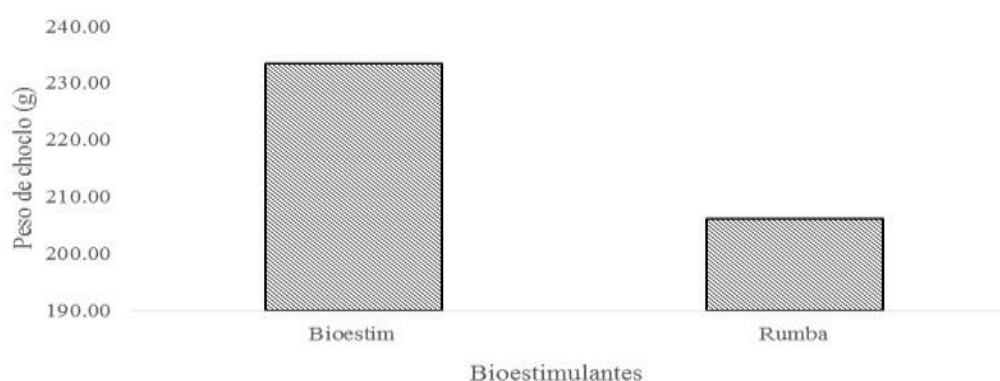


Figura 10: Efecto de los bioestimulantes sobre el peso de choclo (g)

En cuanto al efecto de las etapas fenológicas sobre el peso de choclo, según la prueba de Duncan (Tabla 04) detectó diferencias significativas, correspondiendo los mayores pesos promedio de 234,61 y 222,68 gramos, a las aplicaciones de los bioestimulantes en las etapas de floración y llenado de grano, respectivamente, siendo estadísticamente iguales, pero superiores a la aplicación en la etapa de prefloración, donde el peso de choclo fue de 201,76 gramos. Figura 11.

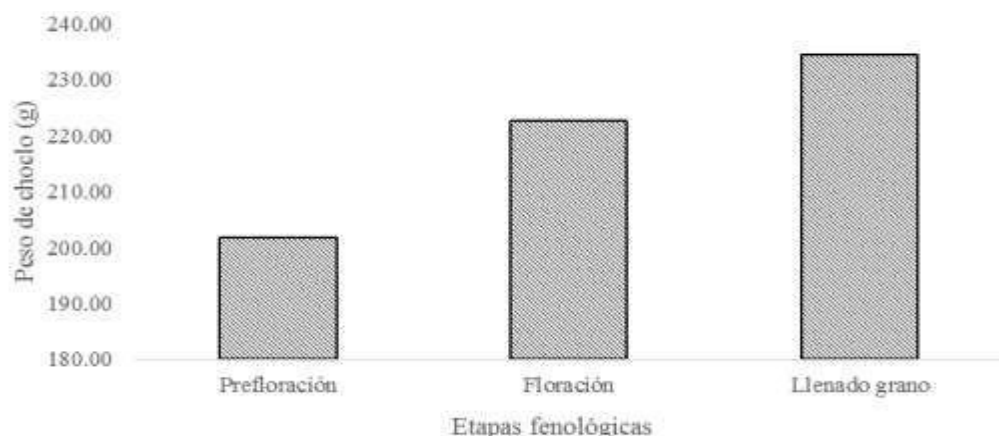


Figura 11: Efecto de las etapas fenológicas sobre el peso de choclo (g)

Para las interacciones, la prueba de Duncan (Tabla 04) visualiza diferencias significativas, donde aplicando Bioestim en la etapa de llenado de grano, se alcanzó el mayor peso de choclo de 248,83 gramos, superando al resto de tratamientos, menos al referido a la aplicación del mismo Bioestim pero en la etapa de floración, con un peso de choclo de 234,90 gramos. El peso más bajo de choclo de 187,23 gramos, se tuvo con la aplicación de Rumba a la prefloración. Figura 12.

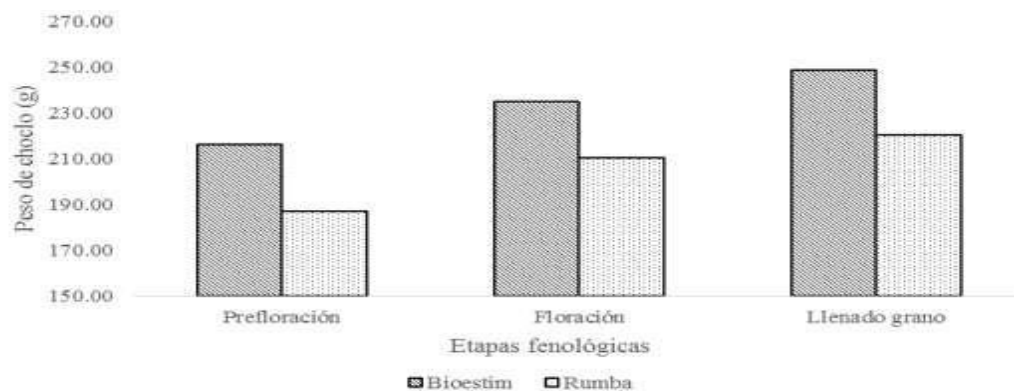


Figura 12: Efecto de la interacción de bioestimulantes por etapas fenológicas sobre el peso de choclo (g)

En cuanto a la determinación del número de granos por choclo, en el análisis de varianza se observa diferencias altamente significativas para el efecto de bioestimulantes y diferencias significativas para etapas fenológicas. No hubo significación estadística para la interacción de ambos factores, con un coeficiente de variabilidad de 5,44 %. *Anexo 02. Tabla 05.*

Tabla 05. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre el número de granos por choclo.

Etapas fenológicas	Bioestimulantes		Efecto principal de momentos de aplicación
	Bioestim	Rumba	
Pre-floración	428 b	412 b	420 b
Floración	471 a	420 b	445 a b
Llenado de grano	477 a	440 b	458 a
Efecto principal de bioestimulantes	459 A	424 B	

Para efecto de los bioestimulantes, la prueba de Duncan (Tabla 05) muestra diferencias significativas, alcanzándose el mayor promedio de 459 granos por choclo con el bioestimulante Bioestim, superando a Rumba, donde se tuvo un promedio de 424 granos por choclo. Figura 13.

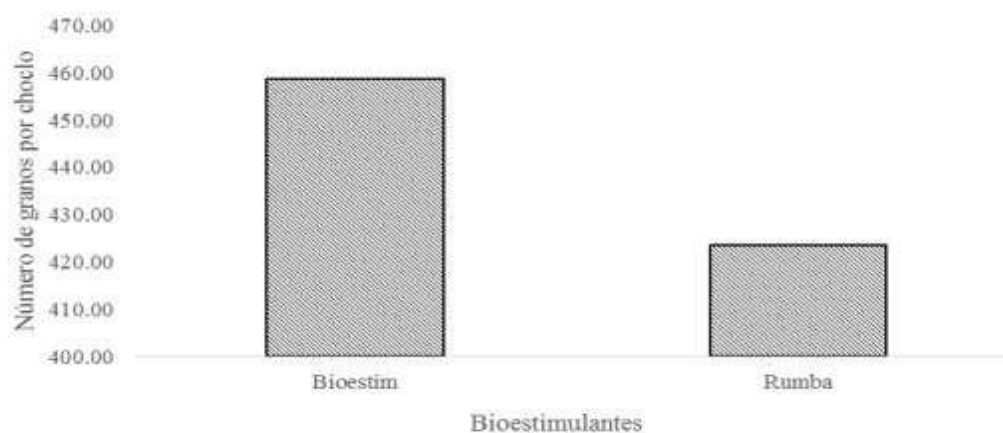


Figura 13: Efecto de los bioestimulantes sobre el número de granos por choclo

En cuanto al efecto de las etapas fenológicas sobre el número de granos por choclo, según la prueba de Duncan (Tabla 05) se encontró diferencias significativas, con el mayor promedio de 458 granos por choclo, con la aplicación de los bioestimulantes en la etapa de llenado de grano, superando a la aplicación en la etapa de prefloración, donde se obtuvo un promedio de 420 granos por choclo. Entre las aplicaciones de los bioestimulantes a la floración y llenado de grano, no hubo significación estadística; de igual modo entre las etapas de prefloración y floración. Figura 14.

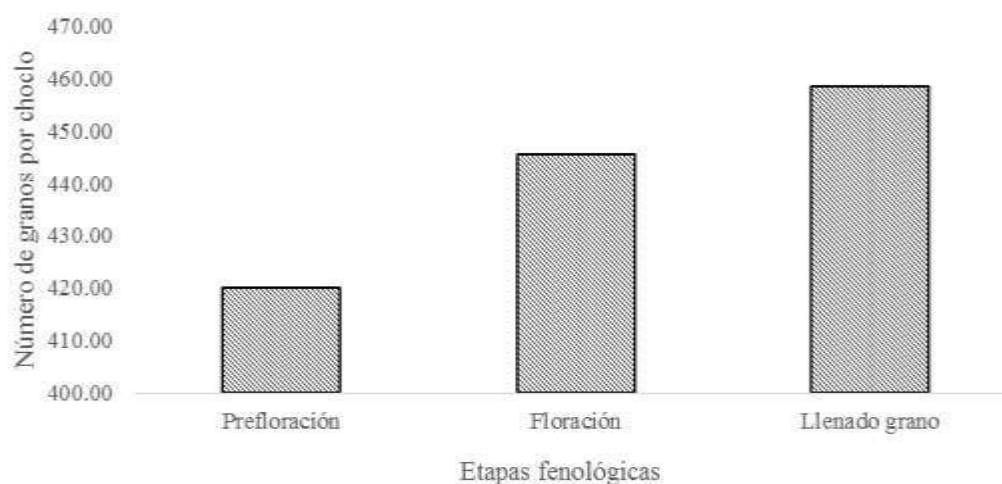


Figura 14: Efecto de las etapas fenológicas sobre el número de granos por choclo

En cuanto a las interacciones, la prueba de Duncan (Tabla 05) detectó diferencias significativas, correspondiendo los mayores promedios de 471 y 477 granos por choclo, a las aplicaciones de Bioestim en las etapas de floración y llenado de grano respectivamente, superando al resto de tratamientos. Figura 15.

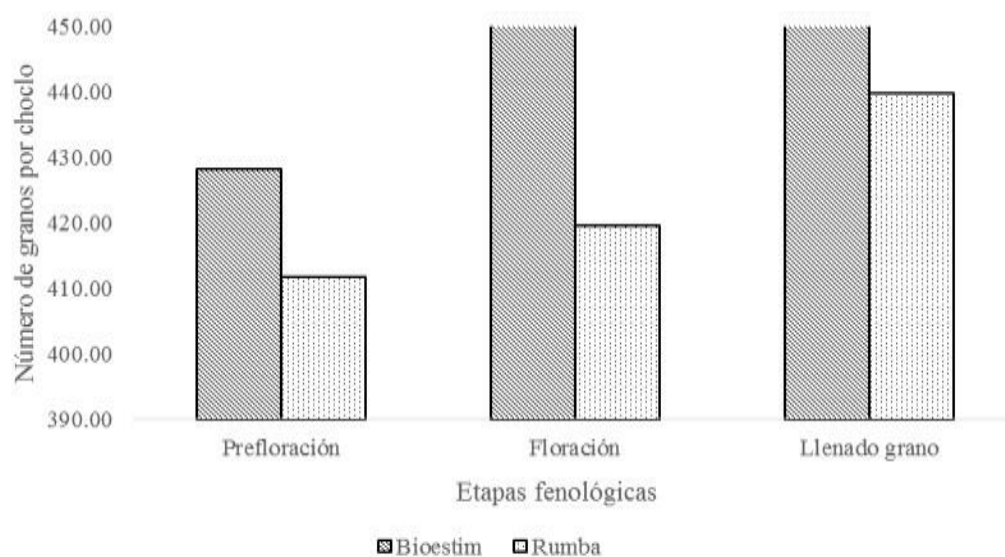


Figura 15: Efecto de la interacción de bioestimulantes por etapas fenológicas sobre el número de granos por choclo

El análisis de varianza para altura de planta (m) detectó diferencias altamente significativas respecto al efecto de los bioestimulantes, más no para las etapas fenológicas e interacción, con un coeficiente de variabilidad de 1,96 %. *Anexo 02. Tabla 06.*

Tabla 06. Prueba de Duncan 0,05 para el efecto de bioestimulantes, momentos de aplicación e interacción sobre altura de planta (m).

Etapas fenológicas	Bioestimulantes		Efecto principal de momentos de aplicación
	Bioestim	Rumba	
Prefloración	2,00 a	1,93 b	1,97 a
Floración	2,01 a	1,94 b	1,98 a
Llenado de grano	1,96 a b	1,92 b	1,94 a
Efecto principal de bioestimulantes	1,99 A	1,93 B	

Para efecto de los bioestimulantes, se encontró diferencias significativas, según la prueba de Duncan (Tabla 06) reportándose la mayor altura de 1,99 m, con la aplicación de Bioestim, superando al bioestimulante Rumba, con el cual se alcanzó una altura de planta de 1,93 m. Figura 16.

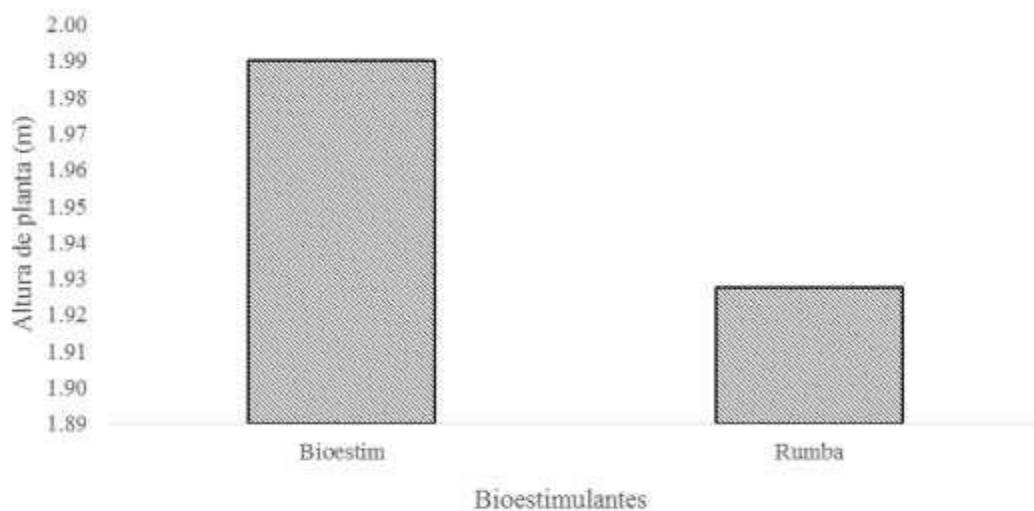


Figura 16: Efecto de los bioestimulantes sobre la altura de planta (m)

Para el efecto de las etapas fenológicas sobre altura de planta, la prueba de Duncan (Tabla 06) no detectó diferencias significativas, con promedios de 1,97; 1,98 y 1,94 m, para las etapas de prefloración, floración y llenado de grano, respectivamente. Figura 17.

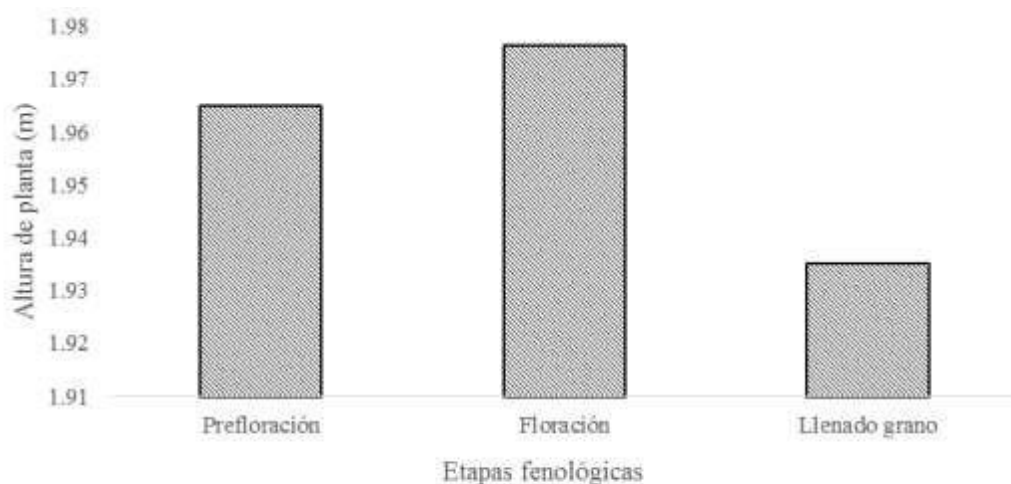


Figura 17: Efecto de las etapas fenológicas sobre la altura de planta (m)

De igual modo en lo que respecta a las interacciones, tampoco se encontró diferencias significativas a través de la prueba de Duncan (Tabla 06) correspondiendo las mayores alturas de planta de 2,00 y 2,01 m, a los tratamientos de Bioestim aplicado en las etapas de prefloración y floración, respectivamente, superando al resto de tratamientos. Figura 18.

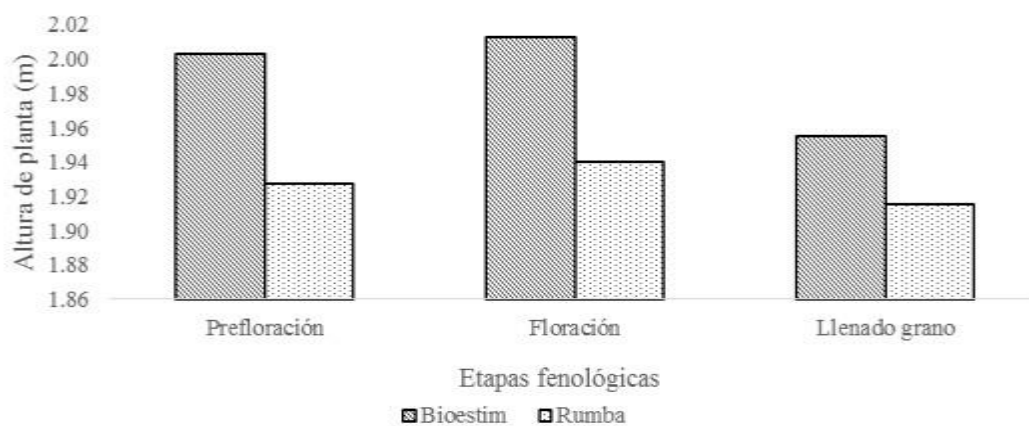


Figura 18: Efecto de la interacción de bioestimulantes por etapas fenológicas sobre la altura de planta (m)

IV. Analisis Y Discusión

El bioestimulante de mejor respuesta para el rendimiento de maíz choclo fue Bioestim que alcanzo el mayor rendimiento de 16 899 kg/ha, de maíz choclo superando estadísticamente al bioestimulante Rumba, cuyo rendimiento fue de 15 957 kg/ha, en superioridad a lo que se atribuye a una composición química mucho más completa del Bioestim, en comparación a Rumba.

En efecto a las etapas fenológicas del cultivo, no se encontró significación estadística; sin embargo, hay una tendencia a ser mayores los rendimientos cuando los bioestimulantes se aplicaron en las etapas de floración donde se determina la formación de los órganos reproductivos de la planta y de llenado de grano, etapa fisiológica que se ve favorecida por una mejor translocación de los fotosintatos de las hojas a los granos coincidiendo con las múltiples funciones de los bioestimulantes aplicados, que actúan en los diferentes procesos fisiológicos de la planta al momento de la cosecha tal como establece (Montano y col., 2008). y que coinciden con los reportados por Valdiviezo (2004) aplicando el bioestimulante Stimplex en el cultivo de maíz morado, llegando a obtener los mayores rendimientos con la aplicación de dicho bioestimulante en las etapas de floración y llenado del grano.

Para las interacciones, no hubo significación estadística; sin embargo, los mayores rendimientos de 17 161 y 17 219 kg/ha, de maíz choclo, se obtuvieron con la aplicación de Bioestim en las etapas de floración y llenado de grano, superiores al resto de interacciones, especialmente a las determinadas por la aplicación del bioestimulante Rumba en las etapas fenológicas en estudio. En lo que respecta a longitud de choclo, la mejor respuesta se obtuvo con la aplicación de Bioestim a la floración, en cambio para peso de choclo y número de granos por choclo, fue Bioestim aplicado a la floración y llenado de grano.

En general los bioestimulantes, son **sustancias biológicas** que hoy en día mucho se utilizan como complemento a la fertilización al suelo en determinados cultivos, que si bien no están destinadas para corregir una deficiencia nutricional; sinembargo influyen en 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, precocidad de la floración además de ser reactivadores enzimáticos, puesto que son formulaciones que contienen distintas hormonas en pequeñas cantidades junto con otros compuestos químicos como aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales.

V. Conclusiones y Recomendaciones

El mejor bioestimulante fue Bioestim al obtenerse el mayor rendimiento promedio de 16 899 kg/ha, de maíz choclo, superando a Rumba con el cual se alcanzó un rendimiento de 15 957 kg/ha.

Estadísticamente no hubo significación entre las etapas fenológicas de floración y llenado de grano; sin embargo, se alcanzaron los mayores rendimientos de 16 553 y 16 656 kg/ha, de maíz choclo, con aplicaciones de los bioestimulantes en dichas etapas fenológicas del cultivo. No hallando significación estadística para el efecto de las interacciones; sin embargo, los mayores rendimientos de 17 161 y 17 219 kg/ha, de maíz grano se lograron con la aplicación de Bioestim en las etapas fenológicas de floración y llenado de grano.

En relación a los componentes del rendimiento: longitud de choclo, la mejor respuesta se obtuvo con la aplicación de Bioestim a la floración; en cambio para peso de choclo y número de granos por choclo, fue la aplicación de Bioestim a la floración y llenado de grano.

Se recomienda una la fertilización complementaria del cultivo de maíz choclo, la aplicación del bioestimulante Bioestim en la etapa de prefloración del cultivo.

Asimismo evaluar en próximos trabajos de bioestimulantes con dosis distintas a la aplicación.

VI. Agradecimiento Y Dedicatoria

Agradezco a Dios por haberme dado la fortaleza divina para guiar mis caminos y poder haber culminado mis estudios.

A mis padres Manuel y Luisa por su apoyo incondicional ya que sin ellos no hubiera logrado objetivos importantes dentro de mi vida profesional.

Dedico este trabajo al amor de mi vida a mi esposa Yaritza y

Al amor de mi vida, mi hijo Carlos Dylan por ser mi motor y motivo de lucha del día a día ser mejor padre para él.

VII. Referencias Bibliográficas

Aldrich, S. R., Leng, E. R. (1986). *Producción Moderna del Maíz*. Costa Rica

Chemical Proceses Industries S.A.C. (2016). *Bioestim*. Ficha Técnica. Perú. 4 p.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (2004). *Etapas de crecimiento del maíz*. México. Disponible en <http://maizedoctor.cimmyt.org/index.php/es/empezando/9?task=view>.

FAO (2017). Tercer Congreso Mundial de Bioestimulantes Agrícolas. Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe. <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es>

Flores, Q. A. (2012). *Respuesta de tres fertilizantes foliares aplicados en tres estados fenológicos en el cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays L.) variedad Marginal T-28, en el Valle del Chira*. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 110 p.

García, S. D. 2017. Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

Granados, R. R, y Sarabia, R. A. 2012. *Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el DDR-Toluca*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 4 N° 3. 12 p.

- León, A. W. (2016). *Manejo de la Fertilización de maíz (Zea Mays L.)*. Ed. Orrego. Trujillo. Valle Santa Catalina La Libertad, Perú.
- Manrique, Ch. A. (1987). *El Maíz en el Perú*. Banco Agrario. Fondo del Libro. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima. 344 p.
- Meléndez y Molina (2002). *Fertilización foliar: Principios y aplicaciones*. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. 145 p.
- Miramontes, L. E.; Cruz, G. E. (2008). *Fenología delMaíz*. Guadalajara Jalisco, Mexico. Printed and made in México.
- Montano, R. (2008). *Fitomas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental*. Instituto cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
- Reyes, C. P. (1990). *El Maíz y su cultivo*. 1^a Edición. México. 460 p.
- Rubio, Z. J. (2004). *Aplicación de nitrógeno al suelo complementada con una fertilización foliar a base de PK, en diferentes estados fenológicos del maíz morado (Zea mays L.) Var. PMV-581*. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 90 p.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2011). Manual de observaciones fenológicas. Perú. Disponible en: http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agro- lima/fenologicos /manual_fenologico.pdf.

Silvestre Perú Sac. (2014). *Rumba..* Ficha Técnica. Lima. Peru. 2 p.

Strasburger, G. 1986. Tratado de Botánica. 7º Edición. Buenos Aires. Argentina. 742 p.

Suárez, N. L. León, P. J. (2013). *Respuesta del cultivo de Maíz (zea mayz) a la aplicación de tres bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica, en la zona de San Gabriel, provincia del Carchi.* Ecuador: Babahoyo.

Tamayo, B. L. (2014). *Tamayo Borja, Luis Fernando (2014): Efecto de la aplicación de cinco dosis de fitohormona con dos niveles de fertilización en la productividad de maíz.* Guayaquil, Ecuador: Universidad de Ciencias Agrarias.

Tovar (2017). *Efecto de la interacción del ácido triiodo Benzoico con citoquininas en el rendimiento de Maíz (Zea mays L.) Acobamba Huancavelica.* (2017). *Acobamba Huancavelica, Huancavelica, Perú.* Huancavelica.

Trinidad, S. A., Aguilar, M.D. (2000). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Colegio de Postgraduados, Montecillo. México. Pp. 247-255.

Valdiviezo, P. J. (2004). *Estudio de la fertilización nitrogenada y momentos de aplicación de un bioestimulante en el cultivo de maíz morado (Zea mays L.)*

Var. PMV-581. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 99 p.

Zeña, C. F. (2008). *Efecto de la fertilización foliar en algunos períodos de crecimiento del cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays l.) con aplicaciones de urea al suelo en el valle del Medio Piura*. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura. 96 p.

Ortas, A. 2008. El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. Boletín N°7. Disponible en:<http://nolaboreo.es/publicaciones/articulos/pdf/maiz.pdf>.

Intranet

<https://www.agroterra.com/blog/descubrir/bioestimulantes-uso-y-composicion>,

<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>.

VIII. Anexos y Apendice

Anexo 01: Tablas de datos obtenidos en campo para el ANVA y prueba de Duncan

Tabla 01: Rendimiento de maíz choclo (kg./9.60 m²)

BLOQUES	B1= BIOESTIM			B2= RUMBA			TOTAL BLOQUES
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
I	15.750	17.000	16.800	16.800	13.354	16.000	95.704
II	15.800	16.600	17.650	14.897	15.900	15.000	95.847
III	14.654	15.800	15.670	13.600	14.987	14.600	89.311
IV	16.458	16.500	16.000	15.500	16.987	16.200	97.645
BE	62.662	65.900	66.120	60.797	61.228	61.800	378.507
X	15.666	16.475	16.530	15.199	15.307	15.450	15.771
B	B1 = 194.682			B2 = 183.825			
X	X1= 16.224			X2= 15.319			
E	E1= 123.459		E2= 127.128		E3= 127.920		
X	X1= 15.432		X2= 15.891		X3= 15.990		

Tabla 02: Rendimiento de maíz choclo (kg./ha.)

BLOQUES	B1= BIOESTIM			B2= RUMBA			TOTAL BLOQUES
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
I	16,406	17,708	17,500	17,500	13,910	16,667	99,692
II	16,458	17,292	18,385	15,518	16,563	15,625	99,841
III	15,265	16,458	16,323	14,167	15,611	15,208	93,032
IV	17,144	17,188	16,667	16,146	17,695	16,875	101,714
BE	65,273	68,646	68,875	63,330	63,779	64,375	394,278
X	16,318	17,161	17,219	15,833	15,945	16,094	16,428
B	B1 = 202,794			B2 = 191,484			
X	X1= 16,899			X2= 15,957			
E	E1= 128,603		E2= 132,425		E3= 133,250		
X	X1= 16,075		X2= 16,553		X3= 16,656		

Tabla 03: Longitud de choclo (cm.)

BLOQUES	B1= BIOESTIM			B2= RUMBA			TOTAL BLOQUES
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
I	21.30	24.50	21.60	17.90	21.40	18.20	124.90
II	18.90	25.30	21.40	17.60	20.70	21.80	125.70
III	20.40	24.40	20.60	18.30	21.90	18.30	123.90
IV	19.90	21.40	21.70	21.90	19.40	19.70	124.00
BE	80.50	95.60	85.30	75.70	83.40	78.00	498.50
X	20.13	23.90	21.33	18.93	20.85	19.50	20.77
B	B1 = 261.40			B2 = 237.10			
X	X1= 21.78			X2= 19.76			
E	E1= 156.20		E2= 179.00		E3= 163.30		
X	X1= 19.53		X2= 22.38		X3= 20.41		

Tabla 04: Diámetro de choclo (cm)

BLOQUES	B1= BIOESTIM			B2= RUMBA			TOTAL BLOQUES
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
I	6.50	6.90	6.70	5.50	5.90	6.50	38.00
II	5.80	5.90	6.00	5.60	6.40	5.80	35.50
III	6.00	6.50	7.20	4.90	6.00	6.00	36.60
IV	5.80	5.60	6.00	6.30	5.00	5.30	34.00
BE	24.10	24.90	25.90	22.30	23.30	23.60	144.10
X	6.03	6.23	6.48	5.58	5.83	5.90	6.00
B	B1 = 74.90			B2 = 69.20			
X	X1= 6.24			X2= 5.77			
E	E1= 46.40		E2= 48.20		E3= 49.50		
X	X1= 5.80		X2= 6.03		X3= 6.19		

Tabla 05: Peso de choclo (g.)

BLOQUES	B1= BIOESTIM			B2= RUMBA			TOTAL BLOQUES
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
I	199.65	238.00	244.00	184.60	198.64	224.20	1289.09
II	222.00	233.20	242.50	179.67	215.64	218.50	1311.51
III	210.00	252.00	253.20	190.00	200.34	209.54	1315.08
IV	233.50	216.40	255.60	194.63	227.20	229.30	1356.63
BE	865.15	939.60	995.30	748.90	841.82	881.54	5272.31
X	216.29	234.90	248.83	187.23	210.46	220.39	219.68
B	B1 = 2800.05			B2 = 2472.26			
X	X1= 233.34			X2= 206.02			
E	E1= 1614.05		E2= 1781.42		E3= 1876.84		
X	X1= 201.76		X2= 222.68		X3= 234.61		

Tabla 06: Número de granos/choclo

BLOQUES	B1= BIOESTIM			B2= RUMBA			TOTAL BLOQUES
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
I	452	489	468	399	389	427	2624
II	426	501	485	425	445	418	2700
III	426	476	460	407	415	447	2631
IV	409	418	495	416	429	467	2634
BE	1713	1884	1908	1647	1678	1759	10589
X	428	471	477	412	420	440	441
B	B1 = 5505			B2 = 5084			
X	X1= 459			X2= 424			
E	E1= 3360		E2= 3562		E3= 3667		
X	X1= 420		X2= 445		X3= 458		

Tabla 07: Altura de planta (m)

BLOQUES	B1= BIOESTIM			B2= RUMBA			TOTAL BLOQUES
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
I	1.90	2.00	1.95	1.94	1.94	1.92	11.65
II	2.05	1.99	1.97	1.94	1.94	1.90	11.79
III	2.06	1.98	1.96	1.93	1.93	1.92	11.78
IV	2.00	2.08	1.94	1.90	1.95	1.92	11.79
BE	8.01	8.05	7.82	7.71	7.76	7.66	47.01
X	2.00	2.01	1.96	1.93	1.94	1.92	1.96
B	B1 = 23.88			B2 = 23.13			
X	X1= 1.99			X2= 1.93			
E	E1= 15.72		E2= 15.81		E3= 15.48		
X	X1= 1.97		X2= 1.98		X3= 1.94		

Anexo 02: Tablas de análisis de varianza de cada una de las variables

Tabla 01. Análisis de varianza para rendimiento de maíz choclo (kg/9.60 m²)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	6,6694	2,2231	2,71	N.S.
Bioestimulantes (B)	1	4,9114	4,9114	6,00	*
Etapas fenológicas (E)	2	1,4162	0,7081	0,86	N.S.
Interacción B x E	2	0,5846	0,2923	0,36	N.S.
Total	23	25,8664			

C.V. = 5,74 %

Tabla 02. Análisis de varianza para longitud de choclo (cm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	0,358	0,119		N.S.
Bioestimulantes (B)	1	24,604	24,604		**
Etapas fenológicas (E)	2	34,031	17,015		**
Interacción B x E	2	3,542	1,771		N.S.
Error experimental	15	36,255	2,417		
Total	23	98,790			

C.V. = 7,48 %

Tabla 03. Análisis de varianza para diámetro de choclo (cm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	1,435	0,478		N.S.
Bioestimulantes (B)	1	1,354	1,354		*
Etapas fenológicas (E)	2	0,606	0,303		N.S.
Interacción B x E	2	0,032	0,016		N.S.
Error experimental	15	3,723	0,248		
Total	23	7,150			
C.V. = 8,30 %					

Tabla 04. Análisis de varianza para peso de choclo (g)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	396,409	132,136	1,03	N.S.
Bioestimulantes (B)	1	4 477,038	4 477,038	35,07	**
Etapas fenológicas (E)	2	4 423,868	2 211,934	17,33	**
Interacción B x E	2	25,120	12,560	0,10	N.S.
Error experimental	15	1 915,076	127,672		
Total	23	11 237,510			
C.V. = 5,14 %					

Tabla 05. Análisis de varianza para número de granos por choclo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	627,125	209,042	0,36	N.S.
Bioestimulantes (B)	1	7 385,042	7 385,042	12,83	**
Etapas fenológicas (E)	2	6 086,583	3 043,292	5,29	*
Interacción B x E	2	1 239,083	619,542	1,08	N.S.
Error experimental	15	8 634,125	575,608		
Total	23	23 971.958			

C.V. = 5,44 %

Anexo 03: Croquis del Campo Experimental

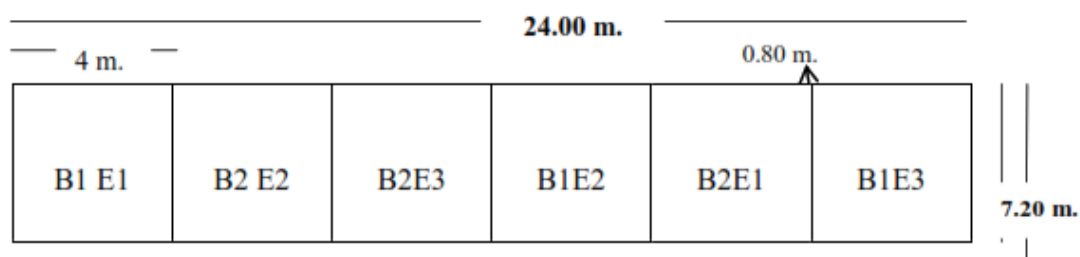




Figura 01. Distribución de los tratamientos

Anexo 04: Evidencias fotográficas de las labores de Campo

Figura N° 001 Labores previas de instalación de campo de la tesis titulada Influencia de dos bioestimulantes trihormonales en tres etapas fenológicas sobre el rendimiento de maíz choclo (*Zea mays* L.) Huangala – Sullana – 2018. Bach. Girón Navarro Carlos Alberto.



Figura N° 002 Labores previas de instalación de campo de la tesis titulada Influencia de dos bioestimulantes trihormonales en tres etapas fenológicas sobre el rendimiento de maíz choclo (*Zea mays* L.) Huangala – Sullana – 2018. Bach. Girón Navarro Carlos Alberto.



Figura N° 003 Labores previas de instalación de campo de la tesis titulada Influencia de dos bioestimulantes trihormonales en tres etapas fenológicas sobre el rendimiento de maíz choclo (*Zea mays* L.) Huangala – Sullana – 2018. Bach. Girón Navarro Carlos Alberto.



Anexo 05: Cronograma de actividades

Tabla 01: Cronograma de actividades

Actividad	Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recopilación de información.	x	x																		
Redacción del proyecto de tesis.			x	X																
Ejecución del proyecto de tesis.					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Registro de datos.					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Procesamiento de investigación.													x	x	x	x				X
Análisis de datos.																	x	x		
Sustentación del informe final																				X

Apendice 01: Ubicación geodésicas del Campo Experimental

