

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“EFECTO DE TRES BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS
EN EL RENDIMIENTO DEL HIBRIDO DOBLE DE MAÍZ**

(*Zea mays* L.) XB-8010 EN TULUMAYO”

TESIS

Para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

ALFREDO DAVID LAOS LUCERO

Tingo María – Perú

2017

DEDICATORIA

A RAÚL y ELIZABETH

Dedicado al esfuerzo en conjunto forjado sobre el amor y respeto, que sólo unos padres maravillosos podrían entregar. Por haber guiado mis pasos a través de ejemplos y consejos, que hicieron posible convertirme en la persona y el profesional del cual yo mismo puedo sentirme orgulloso de ser. Con el presente trabajo alcanzo un nuevo logro el cual también es suyo, porque refleja el éxito que tuvieron como padres.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía que contribuyeron a mi formación profesional.
- Al Ing. M. Sc. David Guarda Sotelo, Ing. M. Sc. Hugo Huamaní Yupanqui y al Ing. Raúl Laos Paquero, por su valiosa colaboración y supervisión de la tesis.
- A Ing. Manuel Tito Viera Huiman, por haber asesorado y contribuido con la ejecución de la presente tesis.
- A los miembros del jurado de tesis, Ing. M. Sc. Hugo Huamaní Yupanqui, Ing. M. Sc. Fernando Gonzáles Huiman y al Ing. Carlos Miranda Armas, por su colaboración en el presente trabajo.
- Al Centro de Investigación y Producción Tulumayo por su apoyo en la ejecución y dirección del presente trabajo.
- A mis amigos, Roiser Honorio Lobato Gálvez, Frank Quispe Oscoco, Ernesto Pezo Murrieta y Edberth Villar Gonzales, quienes me brindaron su apoyo en la realización del presente trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION.....	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1. Origen y evolución del maíz	14
2.2. Clasificación botánica y descripción morfológica del maíz.....	15
2.3. Fisiología y fenología del maíz.....	15
2.4. Condiciones agroecológicas del cultivo.....	17
2.4.1. Temperatura.....	17
2.4.2. Suelo	17
2.4.3. Agua.....	18
2.4.4. Fotoperiodo	18
2.4.5. Necesidades nutricionales.....	19
2.5. Descripción del híbrido doble XB 8010	20
2.6. Experiencias locales con el híbrido XB – 8010	21
2.7. Efectos biológicos y mecánicos de acción de las sustancias de crecimiento de las plantas.....	21
2.7.1. Auxinas	21
2.7.2. Giberelinas	22
2.7.3. Citoquininas.....	22
2.7.4. Bioestimulantes	22
2.7.5. Propiedades y actividades de las algas marinas (Asco- phyllum nodosum)	23

2.7.6. Características de los bioestimulantes	24
III. MATERIALES Y METODOS.....	31
3.1. Ubicación del campo experimental.....	31
3.2. Historia del campo experimental.....	31
3.3. Condiciones climáticas.....	31
3.4. Análisis del suelo.....	32
3.5. Componentes en estudio	33
3.6. Tratamientos en estudio.....	34
3.7. Diseño experimental.....	35
3.8. Modelo aditivo lineal.....	35
3.9. Esquema del análisis de variancia (ANVA).	36
3.10. Características del campo experimental.	36
3.11. Ejecución del experimento.....	37
3.11.1. Adquisición de la semilla de maíz.....	37
3.11.2. Preparación del terreno	38
3.11.3. Demarcación del terreno	38
3.11.4. Muestreo del suelo	38
3.11.5. Siembra de maíz	38
3.11.6. Control de malezas	39
3.11.7. Control de plagas y enfermedades.....	39
3.11.8. Fertilización	39
3.11.9. Cosecha del maíz.....	40
3.12. Formas de aplicación de los bioestimulantes (Factor A).....	40
3.13. Niveles de aplicación de los bioestimulantes.....	41

3.14. Características en evaluación.....	41
3.14.1. Antes de la cosecha	41
3.14.2. A la cosecha.....	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Rendimiento de grano por hectárea.....	45
4.2. Altura de planta	58
4.3. Altura de mazorca	61
4.4. Longitud de mazorca.....	65
4.5. Diámetro de mazorca	68
4.6. Peso de 100 semillas de maíz	71
4.7. Análisis económico.....	75
V. CONCLUSIONES	78
VI. RECOMENDACIONES.....	79
VII. RESUMEN.....	80
VIII.BIBLIOGRAFÍA.....	82
IX. ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	página
1. Etapa fenológica del maíz (<i>Zea mays</i> L.)	16
2. Recomendaciones de uso del bioestimulante Revite en aplicaciones foliares.....	30
3. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (julio – noviembre de 2011).....	32
4. Análisis físico - químico del suelo donde se realizó el ex-perimento Tulumayo, 2011	33
5. Descripción de los tratamientos en estudio.	34
6. Esquema del análisis de variancia.....	36
7. Análisis de variancia para el rendimiento en grano (t/ha) del híbrido doble de maíz XB-8010.	45
8. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento en grano de maíz para el híbrido doble XB 8010	47
9. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para los efectos principales (A y B), en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz XB 8010.	50
10. Análisis de variancia para los efectos simples de rendimiento en grano (t/ha) del híbrido doble de maíz XB-80	53
11. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para los efectos simples, en el rendimiento de grano del híbrido doble de maíz XB-8010.	54
12. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los efectos simples (B en a ²), en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz XB-8010.....	56
13. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para el promedio Factorial vs Testigo	

en el rendimiento de grano del híbrido doble de maíz XB8010.	57
14. Análisis de variancia (ANVA), para altura de planta (m) del híbrido doble de maíz, XB-8010.	59
15. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los tratamientos para altura de planta en m del híbrido doble XB 8010.....	60
16. Análisis de variancia para altura de inserción de mazorca (m) del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	62
17. Prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) de los tratamientos para altura de inserción de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	63
18. Análisis de variancia para longitud de mazorca (cm) del híbrido doble de maíz, XB-8010.	66
19. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los tratamientos para longitud de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	67
20. Análisis de variancia para diámetro de mazorca (cm) del híbrido doble de maíz, XB-8010.	69
21. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) de los tratamientos para diámetro de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	70
22. Análisis de variancia para el peso de 100 semillas (g) del híbrido doble de maíz, XB-8010.	72
23. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los tratamientos para el peso de 100 semillas del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	73
24. Análisis de rentabilidad Beneficio/Costo.....	76
25. Rendimientos en grano en t/ha, para cada tratamiento en estudio del maíz híbrido doble XB-8010	86

26. Altura de planta (m) para cada tratamiento en estudio del maíz híbrido doble XB-8010	87
27. Altura de mazorca (m) para cada tratamiento en estudio del XB- 8010.....	87
28. Longitud de mazorca (cm) para cada tratamiento en estudio del maíz híbrido doble XB-8010	88
29. Diámetro de mazorca (cm) para cada tratamiento en estudio del maíz.....	88
30. Peso de 100 granos en (g) para cada tratamiento en estudio del maíz.....	89
31. Comparación de medias entre cada tratamiento en estudio para rendimiento en grano.....	90
32. Costo de producción del maíz para cada tratamiento.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	página
1. Rendimiento de los tratamientos y del testigo expresado en toneladas por hectárea.....	46
2. Rendimiento promedio de grano por hectárea del maíz híbrido doble XB – 8010 del factor A (bioestimulantes).....	50
3. Rendimiento por hectárea del maíz híbrido doble XB – 8010 del factor B (dosis de aplicación de los bioestimulantes).	51
4. Efectos simples de cada bioestimulante en la misma dosis (0.75 l/ha), en el rendimiento de grano del maíz híbrido doble XB – 8010.....	54
5. Rendimiento del maíz híbrido doble XB – 8010 con la aplicación de Revite en cada una de sus dosis.	56
6. Altura de la planta en m. alcanzado por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio.	61
7. Altura de la inserción de mazorca (m) alcanzado por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio.	63
8. Longitud de mazorca en (cm) alcanzado por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio.	67
9. Diámetro de mazorca (cm) alcanzada por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio	70
10. Peso de 100 semillas en gramos, alcanzada por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio.	73
11. Análisis de rentabilidad del cultivo en la relación beneficio/costo (B/C).	77
12. Croquis del experimento	86

13. Evaluación de altura de mazorca.....	92
14. Evaluación de peso de parcela neta.....	92
15. Presentación ordenada de 5 mazorcas por 10 tratamientos (incluido el testigo).	93
16. Peso de 100 semillas para el T ₇ bloque 4.....	93

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), es una de las plantas más adaptadas a diversas condiciones ambientales relacionada a climas y suelo, se cultiva casi en todo el mundo, requiriendo para su cultivo temperaturas óptimas de 20 a 30 °C, de por lo menos 700 mm de precipitación bien distribuidas durante el ciclo del cultivo y altitudes que van de 0 hasta los 3 500 m.s.n.m.

El maíz es originario de América, y representa uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria a nivel mundial. Junto con el arroz y el trigo son considerados como las tres gramíneas más cultivadas en el mundo. Asimismo, en el transcurso del tiempo, diversas instituciones mundiales, estatales y privadas vienen realizando estudios serios con el objetivo principal de incrementar los niveles de rendimiento y producción de nuevos híbridos y variedades con alto nivel productivo.

El rendimiento promedio a nivel nacional en los últimos nueve años a evolucionado lentamente llegando al año 2009 a 4200 kg/ha. Al comparar este rendimiento con el que se obtiene en otros países estamos bastante retrasados; así tenemos a países como Chile, Argentina y E.E.U.U. con rendimientos promedio, al menos 2 veces más por hectárea que el nuestro. Incluso en regiones como la selva y ceja de selva, aún se mantienen escasos niveles de productividad, que tienen como nivel máximo de producción 2.3 t/ha (MINAG, 2012).

La región Huánuco tiene un área sembrada actualmente de 9,773 hectáreas, donde la producción promedio es de 3.1 t/ha, lo que se debe a que el 90 % de los productores cultivan el maíz en forma tradicional, en condiciones de secano, no utilizan variedades mejoradas, ni fertilización adecuada, tampoco labores culturales indispensables para el cultivo, lo que conlleva a una baja productividad (MINAG, 2012).

Frente a las limitaciones que se presentan en el cultivo, una de las alternativas más viables para el incremento de la productividad es el uso de bioestimulantes, para mejorar los procesos fisiológicos y así, mejorar la eficiencia de la tecnología usada en la producción de maíz. Los bioestimulantes pueden estar compuestos en base a hormonas o extractos vegetales, metabólicamente activos, como aminoácidos y ácidos orgánicos, los cuales; son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento en las plantas, así como para sobrellevar periodos de estrés, actuando sobre algún proceso fisiológico vital, a muy baja dosis que permitan una mayor productividad y por ende un mayor ingreso económico al agricultor maicero. En base a esto se plantea los siguientes objetivos:

- Determinar el mejor bioestimulante y la mejor dosis en el rendimiento del maíz híbrido doble XB – 8010.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio en base a las diferentes dosis de aplicación de los bioestimulantes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y evolución del maíz

La planta de maíz (*Zea mays* L.) es nativa de las Américas. Era la principal planta alimenticia de los indígenas cuando Colón descubrió América; todavía en la actualidad es la cosecha más importante en México, América Central y muchos países de América del Sur (Perú, Ecuador, Bolivia) (Poehlman, 1969, citado por ROJAS, 2005).

El origen del maíz está ubicado en las zonas de Centroamérica al haberse encontrado parientes como el *Tripsacum* y el *Euchlaena* que crecen especialmente muy cerca del maíz; esta aseveración se sustenta por la gran diversidad genética de formas y tipos de maíz encontrados en estas áreas (Manrique, 1986, citado por GONZÁLES, 2000).

TERÁN (2008) afirma que el origen geográfico del maíz no se conoce con exactitud, aunque existen evidencias que lo sitúan en México con anterioridad al año 5000 a. c. como centro primario de origen el sur de México y Centroamérica, y un origen secundario de diversidad genética a los valles altos como Perú, Ecuador y Bolivia. Tiene una amplia distribución geográfica se le encuentra desde las regiones este y sur este de EE.UU., México, América del Sur.

2.2. Clasificación botánica y descripción morfológica del maíz

Reino	: Vegetal
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Columifloras
Familia	: Graminae
Sub-familia	: Panicoideae
Género	: Zea
Especie	: <i>Zea mays</i> L. (JUNGENHEIMER, 1988).

La planta de maíz (*Zea mays* L.), es una gramínea monoica, anual que, en un periodo muy corto de 3 a 7 meses, puede transformar diferentes elementos nutritivos en sustancias complejas de reserva como: azúcar, almidón, proteínas, aceites, vitaminas, etc. localizadas en el grano (MANRIQUE, 1986).

2.3. Fisiología y fenología del maíz

El ciclo se mide por el número de días que transcurre desde que nace la planta hasta que alcanza su madurez fisiológica. A partir de ese momento no hay más acumulación de materia en el grano, aunque si lo hay en el tallo (GOSTINCAR, 1997). En el Cuadro 1 se muestra la descripción de las diversas etapas de crecimiento del maíz.

Cuadro 1. Etapa fenológica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Abreviatura	Descripción
VE	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo.
V1	Es visible el cuello de la primera hoja (ésta siempre tiene el ápice redondeado)
V2	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	Es completamente visible la última rama de la panícula. Cabe señalar que esto no es lo mismo que la floración masculina, que es la liberación del polen (antesis).
R1	Son visibles los estigmas en el 50% de las plantas.
R2	Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión
R3	Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco
R4	Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5	Etapa dentada. 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
	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano.
R6	La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

Fuente: LAFITTE, 1994

2.4. Condiciones agroecológicas del cultivo de maíz

2.4.1. Temperatura

El maíz germina a temperaturas superiores a los 10 °C. Los brotes de maíz emergen de 5 a 6 días después de la siembra; temperatura óptima de 25 °C a 35 °C, promueven el crecimiento y desarrollo; temperaturas superiores a los 35 °C reducen el rendimiento (FAO, 1984).

2.4.2. Suelo

El maíz requiere de suelos profundos y fértiles para dar una buena cosecha, el suelo con textura franca es preferible, pues permite un buen desarrollo radicular, con mayor eficiencia de absorción de humedad y de los nutrientes, los suelos con estructura granular proveen un buen drenaje y retiene agua, además son preferibles los suelos con alto contenido de materia orgánica, se obtiene mejor producción cuando la calidad y acidez del suelo están balanceadas (TORIBIO, 1995).

En la selección del suelo para maíz deberán ser descartados los suelos de carácter ligero arenoso o guijarrosos y arcillosos pesados, porque no permiten un buen desarrollo radicular del cultivo. El maíz llega a prosperar bien en suelos aluviales y vírgenes con textura franco o franco limoso profundo con pH de 5.5 a 6.5 (SÁNCHEZ, 2002).

2.4.3. Agua

El maíz más que otros cultivos, es sensible tanto a la escasez como a los excesos de agua, donde la distribución escasa o mala de lluvia afecta adversamente al rendimiento. En la fase vegetativa el maíz produce una enorme cantidad de materia orgánica y por ello tiene grandes necesidades de agua, la cantidad óptima de lluvia es de 550 mm, la máxima de 1000 mm, siendo las variedades precoces las que necesitan menos agua que las tardías (GONZÁLES, 2000). La falta de agua asociada a la producción de grano es importante en tres etapas de desarrollo de la planta: floración, fecundación, y llenado de grano (COMPANY, 1984). De acuerdo con investigaciones realizadas, se ha encontrado que 400 a 450 mm son los requerimientos totales de agua para alcanzar rendimientos superiores a 4000 kg/ha con maíces comerciales (híbridos) (LAFFITE, 1994).

2.4.4. Fotoperiodo

El maíz es la planta cultivada de más alto nivel de respuesta a los efectos de la luz, donde la falta o reducción de luz inciden sobre su crecimiento y producción, una disminución de 90 % de intensidad luminosa produce la máxima reducción en el rendimiento en grano, si se produce en la fase de polinización. El maíz es un cultivo de días cortos; así tenemos fotoperiodos entre 11 a 15 horas que retrasan la floración y maduración del grano. Las variedades de maíz cultivadas actualmente crecen bien entre los límites latitudinales 58° paralelo norte y 40° paralelo sur (COMPANY, 1984).

2.4.5. Necesidades nutricionales

El maíz, como todo cultivo requerido de suelos con profundidad adecuada y buena fertilidad natural para desarrollarse y producir de acuerdo a su potencial genético. Si queremos conocer la fertilidad natural de suelo se requiere que el productor tome una muestra de suelo de su terreno y la remita a un laboratorio para su respectivo análisis físico-químico. El laboratorio indicará al productor el tipo de fertilizante comercial, la dosis de aplicación propias de su terreno (ROVEDA, 2002). Para dar una recomendación sobre fertilización en determinada región es necesario basarse en la experiencia de la investigación a nivel de finca, análisis de suelo, pH, tipo de suelo y otros factores ambientales (ROVEDA, 2002).

De acuerdo a lo reportado por BERTSCH (2003), quien señala que para producir una tonelada de grano de maíz seco por hectárea, la planta de maíz necesita 25 kg de N, 5 kg de P_2O_5 y 19 kg de K_2O por hectárea.

En la función de la producción de grano esperado, el agricultor deberá multiplicar estas unidades fertilizantes por el factor correspondiente. Así para una producción esperada de 9,000 kg; será preciso multiplicar las unidades anteriores por 9, como en los cultivos precedentes, estas cantidades deberán ser corregidas en función del análisis de los suelos y sus resultados en fósforo y potasio asimilable. Además, deberá tenerse en cuenta si el precedente cultural fue una leguminosa o bien si ha habido un estercolado reciente, lo que

supondrá modificar la dosis del abonado nitrogenado (BERTSCH, 2003).

2.5. Descripción del híbrido doble XB 8010 (CHÁVEZ, 2002).

- Adaptación : Se siembra todo el año en la costa
- Periodo vegetativo : En invierno de 135 a 150 días
En verano de 120 a 125 días
- Densidad sugerida : De 70 000 a 78 000 plantas/ha
- Relación grano /coronta : 84/16
- Potencial de rendimiento : Excelente
- Estabilidad de producción : Excelente
- Número de mazorcas/planta : Superior a 1 en promedio
- Número de hileras/mazorca : 12 a 14 hileras
- Altura de planta : 2.20 m
- Inserción de la mazorca : 0.90 m
- Inserción de la hoja : Semi – erecta
- Tipo de mazorca : Cilíndrica
- Tipo de grano : Semi dentado
- Color de grano : Duro anaranjado
- Número de granos/hilera : 36
- Peso de 1000 granos : 365 gramos
- Ciclo : Precoz
- Tipo de híbrido : Doble

2.6. Experiencias locales con el híbrido XB – 8010

URQUÍA (2004) con el híbrido XB – 8010 en dos suelos aluviales de Tingo María, halló rendimientos de 7,370 y 8,529 kg/ha, con pesos de 100 semillas de 34.82 y 33.76 g en las localidades de Afilador y Tulumayo respectivamente. Las fórmulas de fertilización empleadas fueron de 200 – 100 – 120 en afilador y 180 – 100 – 100 en Tulumayo.

ROJAS (2005), en un trabajo sobre densidades de siembra en las localidades de Afilador y Naranjillo, utilizó dentro del experimento el híbrido doble XB – 8010 y niveles de abonamiento de 180 – 70 – 80, obtuvo rendimientos que variaron de 9,400 a 9,960 kg/ha en la localidad de afilador y de 6,510 a 7,250 kg/ha en Naranjillo, dejando en evidencia la importancia de la calidad de los suelos sobre el rendimiento.

2.7. Efectos biológicos y mecánicos de acción de las sustancias de crecimiento de las plantas

2.7.1. Auxinas

Las auxinas actúan como estimulantes y en otros casos como inhibidoras, y en un tercer grupo de casos actúa como un participante necesario en la actividad de crecimiento de otras fitohormonas como por ejemplo, cinetinas y giberelinas (DEVLIN, 1982).

2.7.2. Giberelinas

Se pueden encontrar grandes cantidades de giberelinas en los embriones, semillas y frutos. El efecto más sorprendente de esperar plantas con giberelinas es la estimulación del crecimiento celular (WEAVER, 1976).

2.7.3. Citoquininas

Los niveles de citoquininas son máximos en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas) y en las puntas de las raíces. (JENSEN y SALISBURY, 1994). Los efectos importantes de las citoquininas son provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados además influyen en la diferenciación de los tejidos e interactúan con las auxinas para mostrar expresiones diferentes de crecimiento. Las citoquininas provocan también elongación de segmentos de tallos etiolados. Estas respuestas se deben en gran parte a la expansión celular, además tienen una acción de dominancia apical, que es opuesta a las auxinas. Las plantas tratadas desarrollan brotes laterales quedando anclada la inhibición producida por el brote central; finalmente favorecen la germinación de semillas eliminando los mecanismos de latencia (WEAVER, 1976).

2.7.4. Bioestimulantes

Los bioestimulantes son moléculas de muy amplia estructura, que pueden estar compuestos en base a hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, como aminoácidos y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y el rendimiento en plantas, así como para sobrellevar periodos de estrés.

Las hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y se trasladan hasta otra zona donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy baja dosis. Las estimuladoras de crecimiento son básicamente tres: auxinas, giberelinas y citoquininas. (JORQUERA y YURI, 2006).

2.7.5. Propiedades y actividades de las algas marinas (*Ascophyllum nodosum*)

La utilización de algas marinas como fertilizantes, viene de la antigüedad y con el desarrollo de los fertilizantes químicos a finales del siglo XIX, este tipo de fertilizante fue perdiendo popularidad. En años recientes cuando se comenzó a cuestionar los efectos adversos de la aplicación de muchas sustancias químicas al medio ambiente, se volvieron a las fuentes naturales de nutrientes entre ellos las algas marinas, la composición química de las algas marinas depende esencialmente de las condiciones de su medio ambiente, la temperatura del agua y la cantidad de la luz solar determinan en gran parte la especie de alga que crecerá en un determinado ambiente (INFOAGRO.COM, 2013).

En un experimento que se llevó a cabo en La Florida, USA, a los 45 días de sembrado (7.5 a 13 cm de altura de las plantas), se aplicó vía foliar y algo cayó al suelo; la segunda aplicación se hizo 20 días después. El incremento de cosecha fue de 56 % (CANALES, 1999).

2.7.6. Características de los bioestimulantes

a. **Fertimar®**, es un bioestimulante foliar 100 % orgánico a base de algas marinas compuesto por una amplia gama de nutrientes requeridos por la planta. Contiene macroelementos, microelementos quelatados naturalmente, protohormonas (giberelinas, auxinas y citoquininas), betaínas, vitaminas, carbohidratos y aminoácidos libres.

Fertimar®, es un producto desarrollado y patentado por PSW Peruvian Seaweeds, diseñado para su aplicación foliar y para su uso en el tratamiento de semillas. Los diversos compuestos de Fertimar® inherentes a las algas marinas, son aprovechados por las plantas generando un incremento en el crecimiento y producción de las mismas, así como proporcionan una gran variedad de mejoras químicas, físicas y biológicas en las cosechas (PSWSA.COM, 2011).

- **Composición química**

Nitrógeno total.....	1.3 – 1.7 %
Fósforo disponible.....	0.5 – 1.0 %
Potasio soluble.....	7.3 – 7.8 %
Calcio.....	1.2 – 2.1 %
Magnesio.....	0.7 – 1.2 %
Hierro.....	120 ppm
Cobre.....	2 ppm
Boro.....	133 ppm
Manganeso.....	9 ppm

Zinc.....13 – 15 ppm

Protohormonas (citoquininas, auxinas, giberelinas). Aminoácidos esenciales, betaínas, vitaminas, manitol, ácido algínico y laminarano.

- **Características**

Producto 100 % Orgánico, Certificación Biolatina.

Presentación:..... Polvo Soluble.

Solubilidad : 96 %.

- **Usos**

Fertimar®, contribuye en la nutrición de la planta constituyendo un factor de suma importancia en el manejo del cultivo, ya que aporta los nutrientes necesarios para realizar la síntesis de los diversos constituyentes a nivel celular. De igual forma, la acción bioestimulante ejercida por Fertimar® apoya a mejorar los procesos fisiológicos de la planta, logrando un uso eficiente de los nutrientes en los distintos procesos de la planta (fotosíntesis, síntesis de proteínas, carbohidratos, etc.), además su composición protohormonal colabora en el desarrollo y crecimiento de la planta; éste factor nos permite mejorar la estructura de la planta, desarrollo radicular, floración, formación y acumulación de reservas en los frutos, etc. (PSWSA.COM, 2011).

b. Evergreen®, Bioestimulante nutricional que contiene un complejo de 7 macronutrientes, fitohormonas, 7 micronutrientes y 7 vitaminas obtenidos de extractos de origen vegetal que actúan como promotores de crecimiento y la maduración de los cultivos tratados

contribuyendo al mejor desarrollo de las plantas desde su inicio hasta el llenado del grano, y maduración de la cosecha.

Evergreen®, es formulado en suspensión con ácido húmico de alta calidad obtenidos de la leornadita que es un eficaz acondicionador que incrementa la eficacia del producto y mezclas con pesticidas.

La aplicación foliar de Evergreen® aumenta la salud y resistencia del cultivo a condiciones adversas en general. Proporciona beneficios significativos; desarrollo radicular, maximiza la eficacia de absorción de nutrientes del suelo, obteniendo por ende un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo tratado (EXCELAG CROP, 2005).

- **Recomendaciones**

Se recomienda aplicarlo en todas las fases de crecimiento del cultivo. En el desarrollo de la floración y fructificación en dosis de 0.5 L/ha a 1 L/ha. En semilla se recomienda 0.5 l por 100 kg de semilla (EXCELAG CROP, 2005).

- **Composición química:**

Macroelementos y fitohormonas

- Nitrógeno nítrico	7 %
- Fósforo asimilable	7 %
- Potasio soluble	7 %
- Citoquininas	90 ppm
- Giberelinas	40 ppm

- Auxinas	40 ppm
- Ácido húmico	12 %

Siete microelementos

- Boro	0.024 %
- Cobre	0.013 %
- Hierro EDTA	0.050 %
- Magnesio	0.036 %
- Magnesio EDTA	0.018 %
- Molibdeno	0.0003 %
- Zinc EDTA	0.0009 %

Siete vitaminas

- Colina	150 ppm
- Tiamina	150 ppm
- Niacina	90 ppm
- Ácido pantoténico	12 ppm
- Ácido fólico	1 ppm
- Nicotinamida	2 ppm
- Riboflavina	1.5 ppm

- **Influencia de los ácidos húmicos sobre el metabolismo de las plantas**

Las sustancias húmicas pueden, bajo ciertas condiciones, estimular el crecimiento de las plantas. La literatura muestra que las sustancias húmicas pueden ser aplicadas a la planta por varias vías.

Cuando se aplica en bajas concentraciones como aspersiones foliares bajo condiciones de campo, el ácido húmico aumenta la producción en peso seco de maíz y efectos similares favorables, han sido probados en muchos cultivos, además menciona que existe un efecto favorable de las sustancias húmicas en el consumo de nutrientes y en el contenido de éstas en las plantas, tales como nitrógeno, fósforo, magnesio, sodio y cobre (ORLOV, 1985).

c. Revite®, es un fitorregulador de las plantas de origen natural proveniente de un extracto de cultivos microbianos precursores de citoquininas, auxinas y giberelinas y la composición química de bioestimulantes usado es: nitrógeno total (extracto de cultivos microbianos, mezcla de enzimas, aminoácidos y proteínas hidrolizadas) 5%; estimulantes de crecimiento (citoquininas, auxinas y giberelinas) 0.1 %; potasio (K), 1.0 %; Zinc (Zn) 0.5 %; materia orgánica, 15 %, densidad 1.01 – 1.11 g/ml, pH 5.5-7.5 (SILCROP.COM, 2011).

- **Propiedades y beneficios de uso**

La aplicación de Revite® otorga los siguientes beneficios:

- Mejor crecimiento y desarrollo, favoreciendo todas las etapas de desarrollo del cultivo.
- Ruptura de dominancia apical favoreciendo a los brotes laterales y macollaje.
- Mejor arquitectura de la planta.
- Mayor porcentaje de cuajados.

- Eficiencia de traslocación de nutrientes de las hojas a los frutos.
- Incrementa el rendimiento y calidad del producto cosechado (SILCROP.COM, 2011).

- **Compatibilidad**

Revite® es compatible con la mayoría de plaguicidas y fertilizantes foliares normalmente empleados, sin embargo, por precaución es recomendable antes hacer la mezcla, realizar una prueba de compatibilidad.

- **Recomendaciones de uso**

El bioestimulante Revite® puede utilizarse en diferentes cultivos y en diferente etapa de desarrollo según el Cuadro 2.

Cuadro 2. Recomendaciones de uso del bioestimulante Revite® en aplicaciones foliares.

Cultivo	L/ha	l/200	Época de aplicación
Ajíes y Tomates	0.5 – 1	0.2 – 0.5	1. Después del trasplante 2. Inicio de floración
Papa	0.5 – 1	0.2 – 0.5	1. 30 días de la siembra 2. Antes del aporque
Algodón	0.5 – 1	0.2 – 0.5	1. Al entresaque, repetir cada 15 días
Arroz	0.5 – 1	0.2 – 0.5	1. Aplicar al macollaje 2. Aplicar al punto de algodón 15 días después del trasplante, repetir la aplicación 15 días después
Leguminosa	0.5 – 1	0.2 – 0.5	15 días después de siembra
Maíz	0.5 – 1	0.2 – 0.5	1. Antes del aporque
Esparrago	0.5 – 1	0.2	1. 30 días terminado la cosecha
Cítricos	0.5 – 1	0.2 – 0.5	1. Inicio de floración
Durazno y Manzano		0.2	1. Con 30% de flor abierta 2. Brote de las hojas
Mango y Palto		0.2	1. Al estado de prefloración
Té		0.2	1. Al inicio de brotación 2. En botón floral
Café		0.2	1. Cada 1

Fuente: SILCROP.COM (2011)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

El presente experimento se desarrolló en las instalaciones del Centro de Investigación y Producción Tulumayo - (CIPTALD), distrito de José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado del departamento de Huánuco, cuyas coordenadas UTM son: 3860112 ME, y 8989522 MN, y una altitud de 628 m.s.n.m. La fase experimental del trabajo tuvo una duración de 6 meses (julio a diciembre de 2011).

3.2. Historia del campo experimental

2005: Purma
2006: Purma
2007: Purma
2008: Purma
2009: Purma
2010: Siembra de maíz
2011: Ejecución del experimento

3.3. Condiciones climáticas

Se registró durante el periodo de ejecución del experimento la temperatura media mensual; la cual fluctuó de 25.2 °C a 26.4 °C, y en cuanto a precipitación se registró durante el ciclo vegetativo del cultivo, un promedio de

164.38 mm, encontrándose el mes de octubre la mayor precipitación con un registro de 245.20 mm.

Cuadro 3. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (julio – noviembre de 2011).

Meses	Temperatura (°C)			Humedad (%)		Precipitación
	Max.	Min.	Media.	Max.	Min.	(mm)
Julio	30.80	19.50	25.15	96.20	70.00	158.50
Agosto	31.60	19.30	25.45	95.10	62.50	31.20
Septiembre	31.40	19.40	25.40	95.40	69.50	194.60
Octubre	30.40	20.70	25.55	94.70	73.00	245.20
Noviembre	31.70	21.10	26.40	93.70	70.20	191.90
Total	155.90	100.00	127.95	475.10	345.20	821.40
Promedio	31.18	20.00	25.59	95.02	69.04	164.28

Fuente: SENAMHI – Tulumayo, 2011

3.4. Análisis del suelo

La muestra fue llevada al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina para su análisis (Cuadro 4). Donde los resultados del análisis físico-químico del suelo, indican una textura media o franca de acuerdo al triángulo textural. Así mismo presenta un pH de 7.1 lo cual nos indica una reacción neutra, es decir; no presenta problemas de acides ni salinidad con alto contenido de materia orgánica y alto porcentaje de nitrógeno total, también altos niveles en el contenido de fósforo disponible, un nivel medio de potasio y una alta capacidad de intercambio catiónico.

Cuadro 4. Análisis físico - químico del suelo donde se realizó el experimento Tulumayo, 2011.

Característica		Resultados	Métodos
Análisis físico			
Arena	(%)		Hidrómetro
Limo	(%)		Hidrómetro
Arcilla	(%)		Hidrómetro
Clase textural		Franco	Triangulo Textural
Análisis químico			
Ph		7.11	Potenciómetro
M. O.	(%)	4.48	Walkley y Black
N total	(%)	0.23	Micro – Kjeldahl
P	(ppm)	16.60	Olsen modificado
K	(ppm)		Acetato de Amonio
CIC	(cmol(+)/kg)	23.52	Acetato de amonio

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos y plantas de la UNALM

3.5. Componentes en estudio

Cultivo: maíz híbrido doble XB 8010

Bioestimulantes (factor “A”) Dosis (factor “B”)

- | | | | |
|---------------|----|------|------|
| a) Evergreen® | 1) | 0.5 | L/ha |
| b) Revite® | 2) | 0.75 | L/ha |
| c) Fertimar® | 3) | 1.0 | L/ha |

Momentos de aplicación 20 días después de la siembra y 50 días después de la siembra.

3.6. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se generaron por la combinación de los distintos bioestimulantes (Factor A) y los niveles de aplicación (Factor B), cuya descripción se muestra en el Cuadro 5, en el cual se puede apreciar la clave de identificación del tratamiento, la composición de los tratamientos; es decir, el nombre del bioestimulante y la dosis de aplicación por hectárea. Por último, se tiene la cantidad de centímetros cúbicos que aplicados en cada una de las parcelas y sus repeticiones de acuerdo al tratamiento asignado a su aplicación.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento		Volumen por parcela
	(L/ha)		(cc)
T ₁	Evergreen®	0.5	3.25
T ₂	Revite®	0.5	3.25
T ₃	Fertimar®	0.5	3.25
T ₄	Testigo		-
T ₅	Evergreen®	0.75	4.90
T ₆	Revite®	0.75	4.90
T ₇	Fertimar®	0.75	4.90
T ₈	Evergreen®	1	6.50
T ₉	Revite®	1	6.50
T ₁₀	Fertimar®	1	6.50

3.7. Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar con arreglo factorial 3A x 3B más un testigo adicional con 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia (ANVA) y la comparación de medias de dichas variables fueron sometidas a la prueba de significación de Tukey al nivel de $\alpha = 0.05$.

3.8. Modelo aditivo lineal

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \lambda_k + \epsilon_{ij}$$

Donde:

γ_{ijk}	=	Es la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al k – ésimo, bloque a la cual, se utilizó el i – ésimo bioestimulante con la j – ésima dosis.
μ	=	Es el efecto de la media general.
α_i	=	Es el efecto de i – ésimo bioestimulante.
β_j	=	Es el efecto de la j – ésima dosis de aplicación
$(\alpha\beta)_{ij}$	=	Es el efecto de la interacción entre el i – ésimo bioestimulante con la j – ésima dosis.
λ_k	=	Es el efecto del k – ésimo bloque.
ϵ_{ijk}	=	Es el efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación.

Para:

i	=	1, 2,3 bioestimulante
j	=	1, 2, 3, dosis de aplicación
k	=	1, 2, 3,4 bloques

3.9. Esquema del análisis de variancia (ANVA).

Cuadro 6. Esquema del análisis de variancia

Fuente de Variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	9
A	2
B	2
A x B	4
Factorial vs testigo	1
Error experimental	27
Total	39

3.10. Características del campo experimental.

➤ Dimensiones del campo experimental

Largo	:	30.0 m.
Ancho	:	24.0 m.
Área total del experimento	:	720.0 m ² .

➤ Dimensiones de los bloques

Número de bloques	:	4
Largo de bloque	:	30.0 m
Ancho de bloque	:	5.4 m
Área de bloque	:	162.00 m ²

Espacio entre bloques : 0.80 m

➤ **Características de la parcela**

Número de parcelas/bloque : 10.0 parcelas

Número total de parcela : 40.0 parcelas

Largo de parcela : 5.4 m.

Ancho de parcela : 3.0 m.

Área de parcela : 16.2 m²

Área neta a evaluar : 7.2 m²

➤ **Características de las hileras y golpes**

Números de hileras por parcela : 6.0 filas

Distanciamiento entre hileras : 0.90 m.

Distanciamiento entre golpes : 0.20 m.

Número de golpes por hilera : 15.0 golpes

Número de golpes por parcela : 90.0 golpes

Número de golpes por parcela neta : 44.0 golpes

Número de plantas por golpe : 1.0 plantas

3.11. Ejecución del experimento

3.11.1. Adquisición de la semilla

El CIPTALD aprovisionó la semilla certificada del maíz híbrido doble XB – 8010, para la ejecución del experimento. Utilizando para un área experimental de 648 m² una cantidad aproximada de 3 kg de semilla del maíz híbrido XB 8010.

3.11.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en una limpieza total del terreno y una labranza con arado de disco a una profundidad de 30 cm y rastra para una labranza secundaria, con posterior nivelación del terreno.

3.11.3. Demarcación del terreno

Se utilizó el método del triángulo 3, 4, y 5 metros, para la alineación del terreno, luego con ayuda de una wincha y estacas se ubicaron los puntos que posteriormente serían unidos con un cordel para formar las parcelas y las calles de acuerdo al croquis del experimento (Figura 12).

3.11.4. Muestreo del suelo

El muestreo del suelo se realizó en forma de zig-zag, en un área de 0.5 hectáreas, quedando dentro el campo experimental, la profundidad aproximada para la extracción de las sub muestras fue de 30 cm.; luego se mezclaron homogéneamente las sub muestras para obtener 1 kg de muestra, que se llevó al laboratorio de análisis de suelos y plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina para su respectivo análisis.

3.11.5. Siembra de maíz

La siembra de semillas se realizó el 10 de agosto del 2011, a un distanciamiento de 0.9 m entre hileras y 0.2 m entre golpes, se usó dos semillas y se realizó el desahíje dejando una planta por golpe antes del aporque, obteniendo una densidad de siembra de 55,556 plantas/ha.

3.11.6. Control de malezas

Se realizó una aplicación de control químico al momento de la siembra; se aplicó como herbicida selectivo y pre emergente una Atrazina con una dosis de 2.0 L/ha. Luego se realizó control manual (deshierbo), el mismo que se realizó a los 25 y 50 días respectivamente después de la siembra.

3.11.7. Control de plagas y enfermedades

En la etapa de emergencia de las plántulas, se observó ataque del “gusano de tierra” (*Feltia* sp., *Agrotis* sp.), los mismos que se controlaron mediante la aplicación de Tamaron (Metamidophos) + Furadan (Carbofuran) dirigido al cuello de las plántulas, a la dosis de 2.5 % a los 10 y 20 días después de la siembra.

Posteriormente se detectó el ataque del “cogollero” (*Spodoptera frugiperda* J.E.), para lo cual se hizo la aplicación de Caporal (Cipermetrina + Metamidophos) a la dosis de 1 % a los 40 días, dirigido al punto de crecimiento de la planta.

3.11.8. Fertilización

De acuerdo a lo reportado por BERTSCH (2003), quien señala que para producir 1 tonelada de grano de maíz seco/ha, la planta de maíz necesita 25 kg de N, 5 kg de P₂O₅ y 19 kg de K₂O por hectárea. La fórmula de aplicación utilizada en el presente ensayo fue de 200 – 40 – 160 kg de N, P y K, lo cual es lo establecido para el uso en los terrenos de CIPTALD.

Como fuente de nitrógeno (N), se utilizó la urea, como fuente de fósforo al Superfosfato triple de calcio (46 % P_2O_5) y como fuente de potasio, el cloruro de potasio (60 % K_2O). A los 12 días después de la siembra se realizó la primera fertilización, aplicándose todo el fosforo y el 50 % de nitrógeno y potasio, la segunda fertilización se realizó a los 35 días después de la siembra y se aplicó el 50 % de nitrógeno y el potasio restante. La forma de aplicación fue manual haciendo hoyos mediante el tacarpo a una distancia de 10 cm, de la base de las plantas.

3.11.9. Cosecha del maíz

Se realizó el 02 de diciembre 2011, cuando las mazorcas presentaron una maduración post fisiológica con contenidos de humedad promedio del 24 %.

3.12. Formas de aplicación de los bioestimulantes (Factor A)

La aplicación foliar con los tres bioestimulantes comerciales (Evergreen®, Fertimar® y Revite®) se realizó con un aspersor manual de espalda (bomba de mochila) de 20 litros de capacidad, se calibró el gasto de agua en el área de la parcela testigo para que posteriormente se aplique las dosis en estudio para cada tratamiento, el cual se aplicó a los 30 días después de la siembra.

3.13. Niveles de aplicación de los bioestimulantes

Las dosis de cada uno de los Bioestimulantes que se aplicaron, fueron las siguientes: $b_1 = 0.5 \text{ L}$, $b_2 = 0.75 \text{ L}$, $b_3 = 1 \text{ L}$. Estas dosis se aplicaron fraccionándose en dos partes, el 50 % se aplicó a los 30 días y el 50 % restante se aplicó a los 55 días después de la siembra.

3.14. Características en evaluación

Durante la conducción del experimento se tomaron datos de las siguientes características:

3.14.1. Antes de la cosecha

a. Altura de planta

A la madurez, cuando las plantas completaron su desarrollo, se midió la altura de 10 plantas competitivas tomadas al azar de cada parcela, desde el cuello de la planta hasta el nudo donde se inserta la hoja de bandera con el tallo.

b. Altura de inserción de mazorca

A la madurez, cuando las plantas completaron su desarrollo, se tomaron medidas biométricas de 10 plantas tomadas a azar de cada parcela, con una regla de madera graduada, desde el cuello de la planta hasta el nudo donde se origina la mazorca superior, para promediarlo posteriormente.

c. Número de fallas/parcela

Fueron tomados los datos del número de fallas por parcela, a fin de ajustar los rendimientos de la cosecha a población constante, empleando la fórmula de Jenkins (1944) (POEHLMAN, 1969):

$$PC = \frac{Pc \times (N - 0.3 \times F)}{N - F}$$

Donde:

PC = Peso corregido por fallas

Pc = Peso de campo sin corregir

N = Número total de golpes por parcela

F = Número total de fallas por parcela

Para ello se consideró:

Golpes con 1 planta : 0 falla

Golpes con 0 plantas : 1 falla

d. Número de plantas cosechadas

Se contabilizó el número de plantas, en cada parcela a la cosecha sin importar si la planta tuvo una, dos o ninguna mazorca.

3.14.2. A la cosecha

a. Número total de mazorcas cosechadas

Se registró el número total de mazorcas cosechadas, incluyendo las mazorcas secundarias aun siendo muy pequeñas.

b. Índice de mazorca

Se contó el número de mazorcas cosechadas por parcela que se relacionó con el número de plantas, para obtener el índice de mazorca por planta, el cual nos dará una idea del prodigio del tratamiento. Este índice está dado por la siguiente relación (POEHLMAN, 1969):

$$\text{Índice de mazorca} = \frac{\text{Número de mazorcas cosechadas}}{\text{Número de plantas por parcela}}$$

c. Peso en campo de la mazorca

Después de cosechar todas las plantas de cada parcela, se registró el peso de las mazorcas con tuza o coronta en kilos por parcela hasta con un decimal.

d. Longitud y diámetro de mazorca

Se utilizó 10 mazorcas seleccionadas al azar para determinar dicho carácter, haciendo uso de una regla milimetrada.

e. Rendimiento del cultivo de maíz

Los datos de rendimiento se obtuvieron pesando el número total de mazorcas por parcela. Para este fin se empleó una balanza convencional. Los rendimientos ajustados en kg/parcela fueron extrapolados a kg/ha, según la fórmula siguiente (POEHLMAN, 1969):

$$R = \frac{10000}{A} \times 0.971 \times \% D \times H^{\circ} \times P_c \times F_c$$

En donde:

R = Rendimiento en kg/ ha

A = Área de parcela neta evaluada

0.971 = Coeficiente de contorno

%D = Porcentaje de desgrane

H° = Factor humedad corregido al 14 %

Pc = Peso de campo en kg/parcela

Fc = Factor de corrección por fallas

f. Porcentaje de humedad del grano de maíz

A fin de determinar la humedad del grano, se tomó de cada parcela una muestra de 10 mazorcas al azar, a las cuales se les desgranó 3 hileras y se formó una mezcla homogénea, se llevó al determinador eléctrico de humedad de la Cooperativa Agraria Cafetalera La Divisoria Ltda., dando la lectura directa de la muestra analizada. Estos datos de peso de campo se ajustaron al 14 % de humedad con que se comercializa el maíz usualmente.

Para ello se utilizó la siguiente fórmula (POEHLMAN, 1969).

$$H^{\circ} = \frac{100 - \text{humedad a la cosecha}}{86}$$

Además, se consideró para la evaluación otras características biométricas como: peso de 100 granos y el porcentaje de desgrane, cuya relación es: (peso de grano/peso de mazorca) x 100. Tales datos se tomaron previamente en las 10 mazorcas tomadas al azar por parcela.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento de grano por hectárea

Del Cuadro 7 se deduce lo siguiente:

- La alta significación para la fuente de variación de bloques se interpreta como que el campo experimental no fue totalmente homogéneo, al menos un bloque fue diferente en cuanto a condiciones edáficas.

Cuadro 7. Análisis de variancia para el rendimiento en grano (t/ha) del híbrido doble de maíz XB-8010.

F. de variación	G. L	CM	Sig.	Fcal	Ftab
Bloques	3	0.84183	**	7.812	2.96 ; 4.60
Tratamientos	9	1.13958	**	10.575	2.25 ; 3.15
Factorial	8	0.34790	*	3.228	2.31 ; 3.26
A	2	0.59467	**	5.518	3.35 ; 5.49
B	2	0.35817	ns	3.324	3.35 ; 5.49
A x B	4	0.21937	ns	2.036	2.73 ; 4.11
Factorial vs testigo	1	7.47303	**	69.346	4.21 ; 7.68
Error experimental	27	0.10776			
Total	39				

cv = 4.928 %

** : Existe diferencias estadísticas altamente significativas; * : Existe diferencias estadísticas significativas.
ns : Estadísticamente no significativa.

- Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, factor A (bioestimulante) y el factorial vs testigo en el rendimiento de grano.

- No se encontraron diferencias estadísticas significativas para las fuentes: factor B (dosis de bioestimulante), ni la interacción A x B (interacción

entre bioestimulante y dosis de aplicación), en el rendimiento de grano por hectárea.

- El coeficiente de variabilidad 4.928 %, nos indica que hubo muy buena homogeneidad en los resultados experimentales.

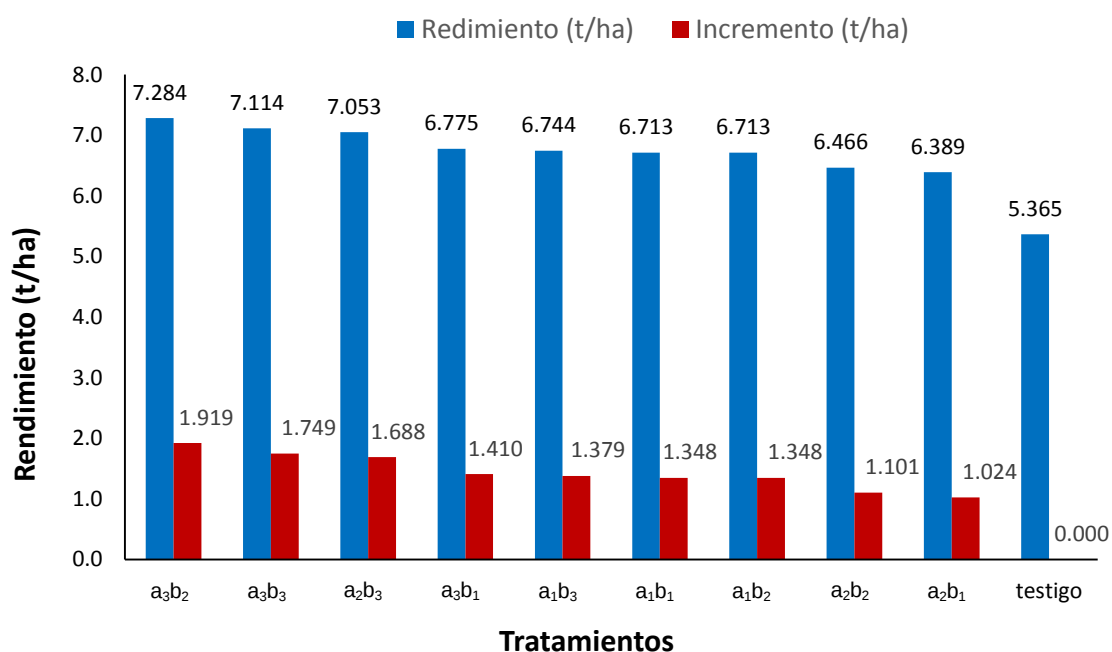


Figura 1. Rendimiento de los tratamientos y del testigo expresado en toneladas por hectárea.

Del Cuadro 8, se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T₇, T₁₀, T₉, T₃, T₈, T₁, T₅, T₆; pero sí entre el tratamiento T₇ con el resto. Asimismo, entre el tratamiento T₁₀ hasta el tratamiento T₂, no existen diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento T₄ (testigo) produjo el más bajo rendimiento con 5.365 t/ha encontrándose diferencias significativas frente a todos los demás tratamientos.

Es decir la aplicación de los bioestimulantes Fertimar®, Evergreen®, y Revite® en las dosis de 1.0, 0.75, y 0.5 L/ha, a excepción del T₂ (Revite® a 0.5 t/ha) no presentan diferencias estadísticamente significativas en cuanto al rendimiento de grano por hectárea, asimismo se observa que sólo el testigo presenta diferencias estadísticamente significativas frente a la aplicación de los bioestimulantes en sus tres distintas dosis, por lo tanto; se infiere que la aplicación de uno de los bioestimulantes en estudio, en cualquiera de sus dosis generará un incremento estadísticamente significativo.

Cuadro 8: Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento en grano de maíz para el híbrido doble XB 8010

Código	Clave	Tratamiento (L/ha)	Rendimiento (t/ha)	Incremento (t/ha)	Significación	
T ₇	a ₃ b ₂	Fertimar® 0.75	7.284	1.919	a	
T ₁₀	a ₃ b ₃	Fertimar® 1.0	7.114	1.749	a	b
T ₉	a ₂ b ₃	Revite® 1.0	7.053	1.688	a	b
T ₃	a ₃ b ₁	Fertimar® 0.5	6.775	1.410	a	b
T ₈	a ₁ b ₃	Evergreen® 1.0	6.744	1.379	a	b
T ₁	a ₁ b ₁	Evergreen® 0.5	6.713	1.348	a	b
T ₅	a ₁ b ₂	Evergreen® 0.75	6.713	1.348	a	b
T ₆	a ₂ b ₂	Revite® 0.75	6.466	1.101	a	b
T ₂	a ₂ b ₁	Revite® 0.5	6.389	1.024		b
T ₄	Testigo	sin aplicación	5.365	0.000		c

GONZÁLES (2010), en su trabajo “Efecto del bioestimulante Evergreen® en tres dosis y tres fraccionamientos® en el rendimiento del maíz c. v. Marginal 28-T en Tingo María”, alcanzó rendimientos entre de 5.62 y 5.22 t/ha, superando al testigo con fertilización en 0.702 y 0.320 t/ha respectivamente, sin

embargo, tampoco pudo demostrar diferencias estadísticas significativas para el carácter rendimiento en grano por hectárea, lo cual nos indica que la aplicación de una dosis baja y otra alta no muestran diferencias estadísticas significativas, pero sí muestran un pequeño incremento en la producción de grano por hectárea.

En el Cuadro 8 muestra que el rendimiento promedio de grano de los tratamientos interactuantes más el testigo, fluctuaron de 5.365 a 7.284 t/ha, correspondiente al testigo y al tratamiento a₃b₂ (aplicación Fertimar® a 0.75 L/ha) que ocuparon el último y primer lugar respectivamente. Al efectuarse el análisis de variancia correspondiente al Cuadro 7, se encontró que existen diferencias estadísticas altamente significativas para todas las fuentes de variación, a excepción del factor B (dosis de aplicación) y la interacción A x B (bioestimulante en distintas dosis). Esto nos indica, que las dosis de aplicación no tuvieron un comportamiento diferente respecto a este carácter ni tampoco el efecto de los bioestimulantes en interacción a la dosis de aplicación, sin embargo, para las demás fuentes si hubo diferencias estadísticas significativas. Posteriormente, al hacer las comparaciones entre los promedios mediante la prueba de Tukey, se aprecia que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a excepción del tratamiento Testigo (sin aplicación de ningún bioestimulante produjo el más bajo rendimiento y fue estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos).

Sin embargo, se puede observar un efecto positivo de los bioestimulantes en el rendimiento de grano (Cuadro 8, Figura 1), encontrando que aquellos tratamientos con aplicación de bioestimulantes en sus distintas

dosis superaron aritméticamente y estadísticamente al testigo. Esto podría deberse al efecto de los componentes de los bioestimulantes, fitohormonas, microelementos y vitaminas (EXCELAG CORP, 2005), las cuales generaron un mejor metabolismo de la planta contribuyendo a un crecimiento y desarrollo óptimo, siendo las auxinas y las giberelinas las que inciden en ello (SALISBURY y ROSS, 1994 y WEAVER, 1976). Este mejor funcionamiento metabólico de la planta activó una mayor síntesis de enzimas (catalasa) que mejoró el proceso fotosintético y consecuentemente favoreció el desarrollo y llenado de granos de las mazorcas en la etapa reproductiva. Existe además un efecto favorable de las sustancias húmicas en el consumo de nutrientes y en el contenido de estos en las plantas, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, sodio y cobre. Cuando se aplica en bajas concentraciones, como aspersiones foliares bajo condiciones de campo, el ácido húmico aumenta la producción en peso del maíz. Efectos similares favorables han sido presentados por muchos otros cultivos (ORLOV, 1985). En el Cuadro 9 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) para los efectos principales (A y B) que no resultó estadísticamente significativo para el factor A (bioestimulantes) y tampoco fue significativo para el factor B (dosis).

De acuerdo al Cuadro 9 y Figura 2, para el factor "A", los distintos bioestimulantes; Fertimar® (a_3), ocupó el primer lugar con 7.058 t/ha, pero estadísticamente no fue diferente a Revite® (a_2), con 6.723 t/ha; tampoco al Evergreen® (a_1), 6.636 t/ha; es decir, los bioestimulantes Fertimar®, Revite® y

Evergreen® respectivamente, no presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la producción de grano por hectárea.

Cuadro 9. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para los efectos principales (A y B), en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz XB 8010

Factor A				Factor B			
Nivel	Rendimiento (t/ha)	Incremento (t/ha)	Sig.	Niveles	Rendimiento (t/ha)	Incremento (t/ha)	Sig.
a ₃	7.058	0.422	a	b ₃	6.970	0.344	a
a ₂	6.723	0.087	a	b ₂	6.821	0.195	a
a ₁	6.636		a	b ₁	6.626		a

Legenda:

Bioestimulante		Dosis	
a ₃	Fertimar®	b ₃	1.0 L/ha
a ₂	Revite®	b ₂	0.75 L/ha
a ₁	Evergreen®	b ₁	0.5 L/ha

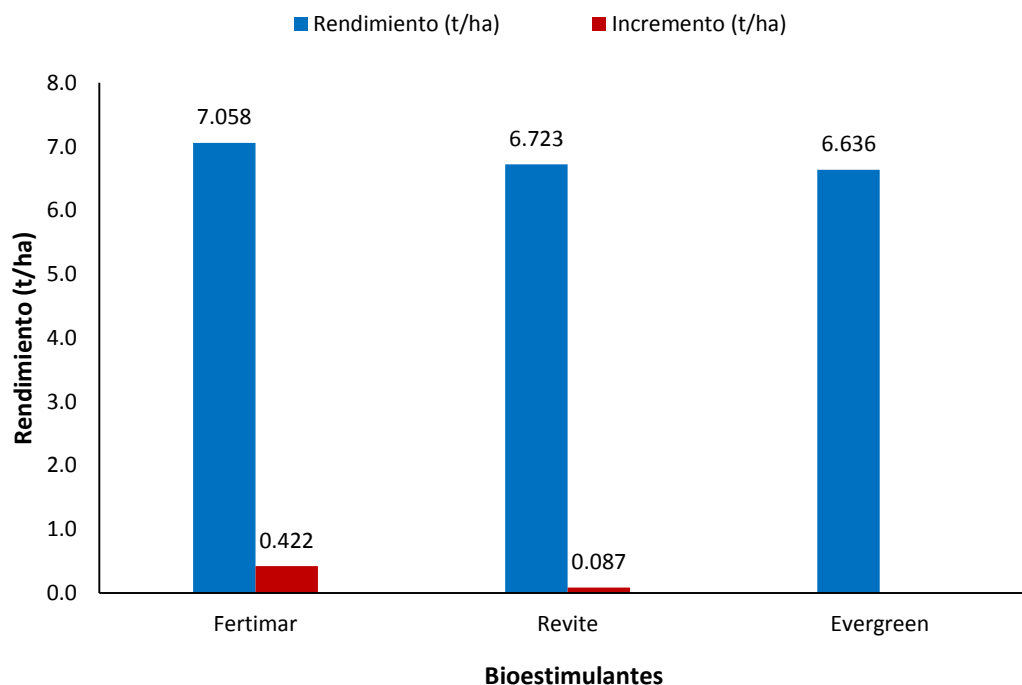


Figura 2. Rendimiento promedio de grano por hectárea del maíz híbrido doble XB – 8010 del factor A (bioestimulantes).

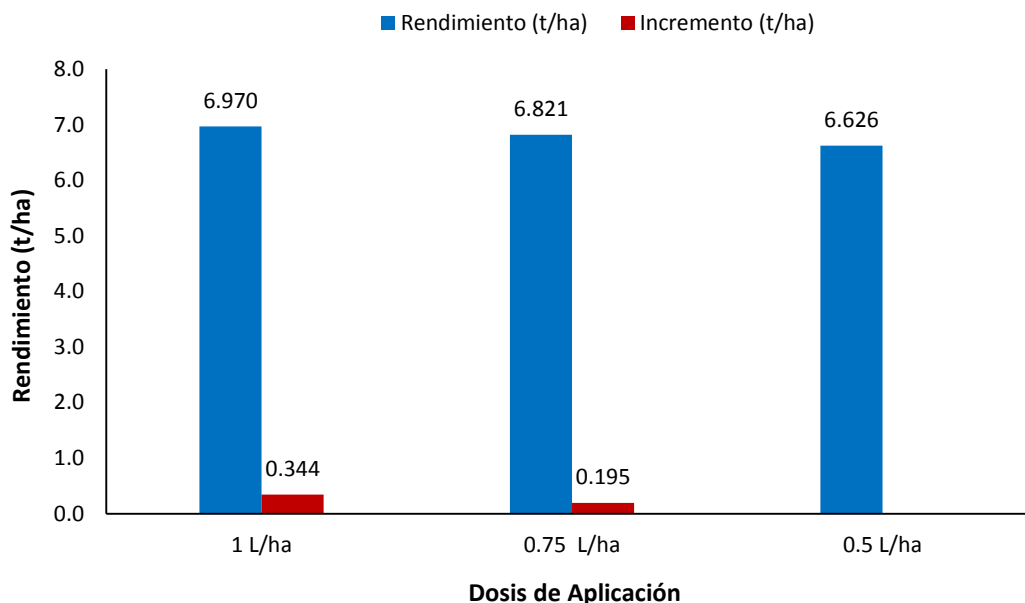


Figura 3. Rendimiento por hectárea del maíz híbrido doble XB – 8010 del factor b (dosis de aplicación de los bioestimulantes).

Sin embargo, el uso de bioestimulantes, ha generado un efecto positivo en cuanto al rendimiento de grano por hectárea, lo cual se ve reflejado en el Cuadro 8 y Figura 1, es decir; los componentes en común (protohormonas, auxinas, giberelinas, citoquininas, etc), actúan de forma positiva en el incremento de la producción de maíz, pero aún, cuando estadísticamente no se ha podido demostrar diferencias en cuanto al uso de las distintas marcas, cada una de ellas con distinta formulación presentan diferencias aritméticas, las cuales son capaces de mejorar la rentabilidad del cultivo. Las hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y se trasladan hasta otra zona donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy baja dosis. Las estimuladoras de crecimiento son básicamente tres: auxinas, giberelinas y citoquininas (JORQUERA y YURI, 2006). La acción de los bioestimulantes apoya a mejorar los procesos fisiológicos de la planta, logrando

un uso eficiente de los nutrientes en los distintos procesos de la planta (fotosíntesis, síntesis de proteínas, carbohidratos, etc.), además su composición protohormonal colabora en el desarrollo y crecimiento de la planta; éste factor nos permite mejorar la estructura de la planta, desarrollo radicular, floración, formación y acumulación de reservas en los frutos, etc. (PSWSA.COM, 2011). Proporciona beneficios significativos; desarrollo radicular, maximiza la eficacia de absorción de nutrientes del suelo, obteniendo por ende un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo tratado (EXCELAG CROP, 2005)

De acuerdo al Cuadro 9 y Figura 2, para el factor “B” referente a las dosis de aplicación de los bioestimulantes, la dosis de un L/ha (b_3) ocupó el primer lugar con 6.970 t/ha no existiendo diferencias estadísticas significativas con la aplicación de 0.75 L/ha (b_2) con 6.821 t/ha y con la aplicación de 0.5 L/ha (b_1), con 6.626 t/ha

Las hormonas; son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y se trasladan hasta otra zona donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy baja dosis. (JORQUERA y YURI, 2006). Es por esto que aun cuando se utilice dosis bajas, su composición protohormonal colabora en el desarrollo y crecimiento de la planta; éste factor nos permite mejorar la estructura de la planta, desarrollo radicular, floración, formación y acumulación de reservas en los frutos, etc. (PSWSA.COM, 2011).

En el Cuadro 10 de los efectos simples se deduce que la fuente de variación: A en b_2 y B en a_2 se pudo probar diferencias estadísticas para el

rendimiento de grano. Es decir, existe alta significación estadística al 1% de probabilidad para las fuentes de variación: A en b_2 y también significación estadística al 5% de probabilidad para la fuente de variación B en a_2 . Por lo tanto, la aplicación de al menos un bioestimulante en la dosis de 0.75 L/ha obtuvo una respuesta con diferencias estadísticas altamente significativas, así mismo el bioestimulante Revite (a_2) en al menos una dosis obtuvo una diferencia estadísticamente significativa en la producción de grano del maíz híbrido XB – 8010.

Cuadro 10. Análisis de variancia para los efectos simples de rendimiento en grano (t/ha) del híbrido doble de maíz XB-80

Fuente de Variación	G. L.	C.M.	Fcal	Ftab	Sig.
A en b_1 (0.5 L/ha)	2	0.1717281	1.5935	3.403 ; 5.614	ns
A en b_2 (0.75 L/ha)	2	0.7042241	6.5348	3.403 ; 5.614	**
A en b_3 (1.0 L/ha)	2	0.1574626	1.4612	3.403 ; 5.614	ns
B en a_1 (Evergreen®)	2	0.0012711	0.0118	3.403 ; 5.614	ns
B en a_2 (Revite)	2	0.5267623	4.8881	3.403 ; 5.614	*
B en a_3 (Fertimar®)	2	0.2688841	2.4951	3.403 ; 5.614	ns
Error Experimental	27	0.10776			

**: Existe alta significación estadística; *: Existe significación estadística; ns: no existe diferencia estadística significativa.

A: bioestimulante; B: Nivel o dosis.

En el Cuadro 11 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) para los efectos simples que resultaron estadísticamente significativos.

Para el efecto simple A en b_2 , entre el tratamiento A_3b_2 (Fertimar® 0.75 L/ha), existió diferencias estadísticas altamente significativas frente a

los tratamientos a_1b_2 y a_2b_2 . Es decir, para el efecto simple de A en b_2 , efectos de los diferentes bioestimulantes comerciales en la dosis de 0.75 L/ha, el tratamiento con Fertimar® en la dosis de 0.75 L/ha obtuvo un rendimiento promedio de 7.284 t/ha presentado diferencias estadísticamente significativas, frente a los productos Evergreen® y Revite® en las mismas dosis.

Cuadro 11. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para los efectos simples, en el rendimiento de grano del híbrido doble de maíz XB-8010.

A en b_2		
Tratamientos (L/ha)	Rendimiento (t/ha)	Significación
a_3b_2 (Fertimar® 0.75)	7.284	a
a_1b_2 (Evergreen® 0.75)	6.713	b
a_2b_2 (Revite® 0.75)	6.466	b

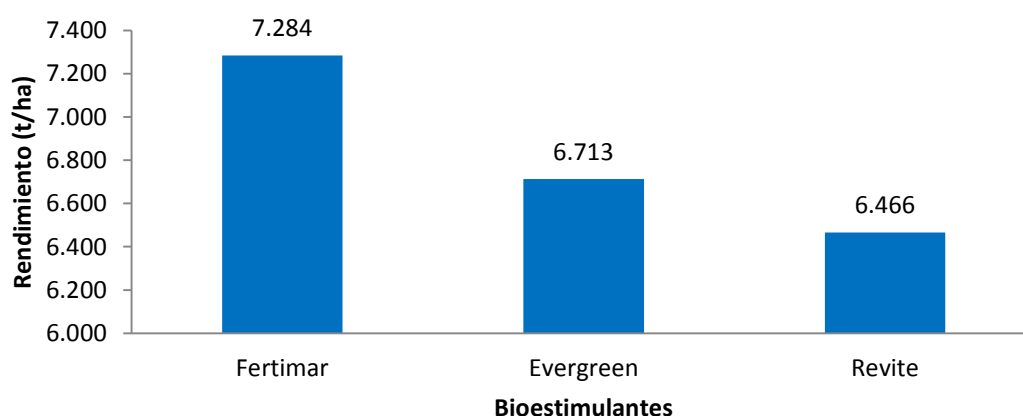


Figura 4. Efectos simples de cada bioestimulante en la misma dosis (0.75 L/ha), en el rendimiento de grano del maíz híbrido doble XB – 8010.

De acuerdo al Cuadro 11 y Figura 4 para el efecto simple A en b_2 , el tratamiento a_3b_2 (Fertimar® 0.75 L/ha), con 7.284 t/ha fue estadísticamente significativo con respecto al tratamiento a_2b_2 (Evergreen® 0.75 L/ha.) que alcanzo un rendimiento promedio de 6.713 y a_1b_2 (Revite 0.75 L/ha), que arrojó un rendimiento promedio de 6.466 t/ha. Por lo tanto, la aplicación de Fertimar® obtuvo un mejor resultado. Así mismo, no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a_1b_2 (Revite 0.75 L/ha) y a_2b_2 (Evergreen® 0.75 L/ha) en cuanto al rendimiento de grano por hectárea, es decir la aplicación de Evergreen® en una dosis de 0.75 L/ha comparado con la aplicación de Revite en la misma dosis no presentan diferencias estadísticas significativas. A pesar de presentar una diferencia en producción de grano superior a 0.5 t/ha, lo cual podría representar una diferencia notable a nivel económico.

Del el Cuadro 12 se deduce lo siguiente: para el efecto simple B en A_2 , entre el tratamiento a_2b_3 (aplicación de Revite® a 1.0 L/ha) y el tratamiento a_2b_2 (aplicación de Revite® 0.75 L/ha), existe diferencias estadísticas significativas pero no lo hay entre los 2 tratamientos a_2b_2 y a_1b_2 , es decir no existe diferencias estadísticas significativas entre la aplicación de Revite® en la dosis de 0.5 y 0.75 L/ha pero sí se encontró diferencias estadísticas significativas entre estas dos y una dosis más alta de 1.0 L/ha, superando en 0.664 t/ha y 0.587 t/ha a la dosis baja y media respectivamente.

Cuadro 12. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los efectos simples (B en A_2), en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz XB-8010.

B en a_2		
Tratamientos (L/ha)	Rendimiento (t/ha)	Significación
b_{3a_2} (Revite® 1.0)	7.053	a
b_{2a_2} (Revite® 0.75)	6.466	b
b_{1a_2} (Revite® 0.50)	6.389	b

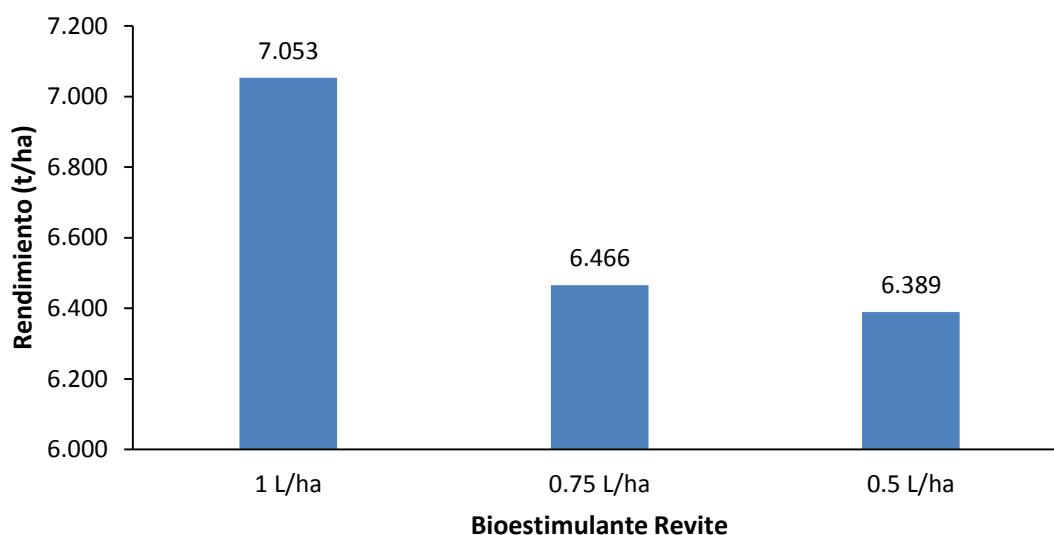


Figura 5. Rendimiento del maíz híbrido doble XB – 8010 con la aplicación de Revite® en cada una de sus dosis.

De acuerdo al Cuadro 12 y Figura 5 para el efecto simple B en a_2 , el tratamiento b_{3a_2} (Revite® 1 L/ha), con 7053 t/ha, fue estadísticamente significativo con respecto al tratamiento b_{2a_2} (Revite® 0.75 L/ha), tuvo un rendimiento promedio de 6,466 t/ha, pero no existe significación estadística entre los tratamientos b_{2a_2} y b_{1a_2} (Revite® 0.5 L/ha), el cual alcanzó un rendimiento promedio de 6.389 t/ha y fue quien obtuvo el más bajo rendimiento

de grano, a pesar que se encontró diferencias estadísticas significativas respecto a la aplicación de Revite® en una dosis de 0.75 L/ha, esto puede deberse a las bajas concentraciones de las moléculas activas (protohormonas, aminoácidos, vitaminas, etc.) contenidas en la formulación Revite®, por tanto; es posible que la aplicación de una dosis mayor pueda alcanzar mejores resultados.

En el Cuadro 13 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) para la fuente de variación Factorial vs Testigo que resultó altamente significativo en el análisis de variancia. También en el Cuadro 13, de la fuente Factorial vs Testigo se deduce que el promedio del Factorial generado por los factores A x B, ocupa el primer lugar con 6.806 t/ha, siendo estadísticamente diferente al promedio del Testigo que ocupó el último lugar con 5.365 t/ha.

De acuerdo al Cuadro 13 para la fuente de variación Factorial vs Testigo, el rendimiento promedio del Factorial resultó superior y estadísticamente significativo con 6.806 t/ha, respecto al promedio del Testigo que obtuvo un rendimiento promedio en grano de 5.365 t/ha.

Cuadro 13. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para el promedio Factorial vs Testigo en el rendimiento de grano del híbrido doble de maíz XB 8010.

Factorial vs Testigo		
Tratamientos	Rendimiento (t/ha)	Significación
Factorial	6.806	a
Testigo	5.365	b

Este incremento de 26.86 % en el rendimiento de grano, quiere decir que la aplicación de bioestimulantes ha tenido un efecto positivo en el rendimiento de grano de maíz ya que los bioestimulantes mejoran los procesos fisiológicos de la planta, logrando un uso eficiente de los nutrientes en los distintos procesos de la planta (fotosíntesis, síntesis de proteínas, carbohidratos, etc.) (SILCROP.COM, 2011). Además, su composición protohormonal colabora en el desarrollo y crecimiento de la planta. Éste factor nos permite mejorar la estructura de la planta, desarrollo radicular, floración, formación y acumulación de reservas en los frutos, etc. (PSWSA.COM, 2011).

4.2. Altura de planta

Del Cuadro 14 se deduce que:

- Para el efecto de bloques existe alta significación estadística para altura de planta.
- No existe efectos significativos entre Fact. vs. Testigo para el carácter altura de planta.
- En la interaccion A x B existen efectos significativos.
- El coeficiente de variabilidad de 7.302 %, nos indica que hubo muy buena homogeneidad en los resultados experimentales.

Cuadro 14. Análisis de variancia (ANVA), para altura de planta (m) del híbrido doble de maíz, XB-8010.

F. de variación	G. L	CM	Sig.	Fcal	Ftab
Bloques	3	0.30691	**	16.054	2.96 ; 4.60
Tratamientos	9	0.03336	ns	1.745	2.25 ; 3.15
Factorial	8	0.03608	ns	1.887	2.31 ; 3.26
A	2	0.01022	ns	0.535	3.35 ; 5.49
B	2	0.01906	ns	0.997	3.35 ; 5.49
AxB	4	0.05752	*	3.009	2.73 ; 4.11
Factorial vs Testigo	1	0.01156	ns	0.605	4.21 ; 7.68
Error Experimental	27	0.01912			
Total	39				

cv = 7.302%

** : Existe diferencias estadísticas altamente significativas; * : Existe diferencias estadísticas significativas.
ns : Estadísticamente no significativa.

En el Cuadro 14 se presenta los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente a altura de planta (m) del híbrido doble de maíz, XB-8010. Con respecto a la altura de planta (Cuadro 14), no se encontraron diferencias estadísticas significativas por efecto de los tratamientos, lo que nos indica que los comportamientos fueron similares en la expresión de esta característica, por lo que no estaría influenciado por efecto de los bioestimulantes (factor A), ni por las dosis de aplicación (factor B); por lo cual supondría que el fenotipo no se ve afectado por los factores ambientales, con características definidas y estables.

En el Cuadro 15, al realizar las comparaciones entre los promedios de los tratamientos se observa que el tratamiento a_3b_2 (aplicación de Fertimar®, con una dosis de 0.75 L/ha) obtuvo el mayor valor con 2.083 m,

mientras que el tratamiento Testigo (sin la aplicación de bioestimulantes), alcanzó la altura de 1.843 m y el tratamiento a₃b₁ (Fertimar® 0.5 L/ha) alcanzó una altura de 1,780 m siendo la menor altura alcanzada. Sin embargo, las diferencias encontradas no tienen significación estadística entre tratamientos y testigo.

Del Cuadro 15 se deduce que la altura promedio alcanzada es de 1.899 m. resultados similares a los obtenidos por ROJAS, (2005), en la localidad de Naranjillo, la altura de planta en el cultivar XB – 8010, alcanzó solamente 2.06 m. Por lo cual se puede inferir que el efecto de los bioestimulantes no afecta sobre el carácter altura de planta y así mismo; se considera que esta coincidencia puede deberse a que el material genético utilizado para este carácter, es muy estable.

Cuadro 15. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los tratamientos para altura de planta del híbrido doble XB 8010

Clave	Tratamiento	Altura	Diferencia	Significación
	(L/ha)	(m)	(m)	
a ₃ b ₂	Fertimar® 0.75	2.083	0.303	a
a ₁ b ₁	Evergreen® 0.5	1.995	0.215	a
a ₁ b ₃	Evergreen® 1.0	1.945	0.165	a
a ₂ b ₂	Revite® 0.75	1.915	0.135	a
a ₂ b ₃	Revite® 1.0	1.858	0.077	a
a ₃ b ₃	Fertimar® 1.0	1.853	0.073	a
Testigo	Sin aplicación	1.843	0.063	a
a ₁ b ₂	Evergreen® 0.75	1.835	0.055	a
a ₂ b ₁	Revite® 0.5	1.830	0.050	a
a ₃ b ₁	Fertimar® 0.5	1.780	0.000	a

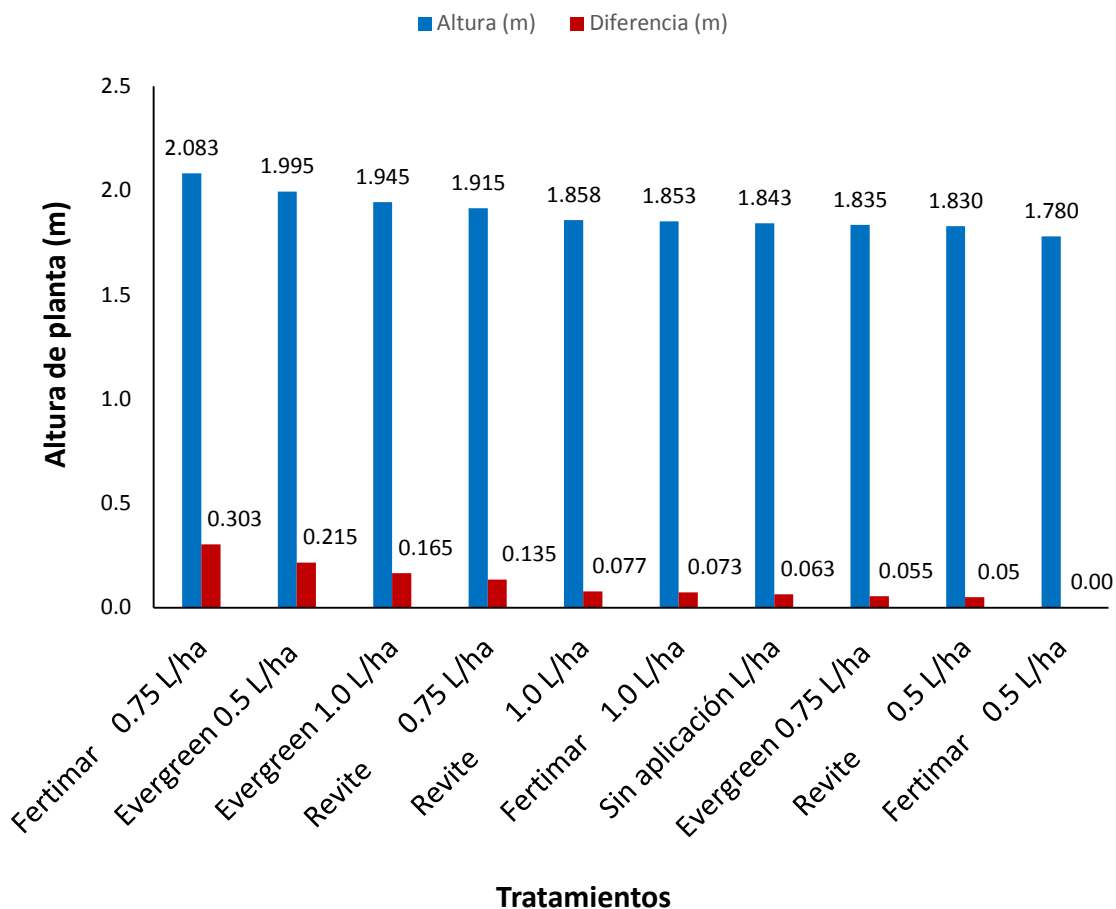


Figura 6. Altura de la planta, alcanzada por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio.

4.3. Altura de inserción de mazorca

En el Cuadro 16, se presenta los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente a la altura de inserción de mazorca (m) del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Cuadro 16. Análisis de variancia para altura de inserción de mazorca (m) del híbrido doble de maíz, XB-8010.

F. de variación	G. L	CM	Sig.	Fcal	Ftab
Bloques	3	0.42562	* *	45.252	2.96 ; 4.60
Tratamientos	9	0.01404	ns	1.493	2.25 ; 3.15
Factorial	8	0.01477	ns	1.571	2.31 ; 3.26
A	2	0.03204	*	3.406	3.35 ; 5.49
B	2	0.00025	ns	0.027	3.35 ; 5.49
A x B	4	0.01340	ns	1.425	2.73 ; 4.11
Factorial vs Testigo	1	0.00822	ns	0.874	4.21 ; 7.68
Error Experimental	27	0.00941			
Total	39				

cv = 11.090 %

**: Existe diferencias estadísticas altamente significativas; *: Existe diferencias estadísticas significativas.
ns: Estadísticamente no significativa.

Del Cuadro 16 se deduce que:

- Para el efecto de bloques existe alta significación estadística para altura de inserción de mazorca.
- Existe significación estadística para el factor A (Bioestimulante).
- No existe efectos significativos entre Fact. vs testigo para el carácter altura de inserción de mazorca.
- El coeficiente de variabilidad 11.090 %, nos indica que hubo buena homogeneidad en los resultados experimentales.

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) para el factor altura de inserción de mazorca de los nueve tratamientos del factorial, más el testigo.

Cuadro 17. Prueba de Tukey ($\alpha= 0. 05$) de los tratamientos para altura de inserción de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Clave	Tratamiento (L/ha)	Altura (m)	Incremento (m)	Significación
a ₁ b ₁	Evergreen® 0.5	0.963	0.150	a
a ₁ b ₃	Evergreen® 1.0	0.958	0.145	a
a ₂ b ₂	Revite® 0.75	0.923	0.110	a
Testigo	sin aplicación	0.918	0.105	a
a ₁ b ₂	Evergreen® 0.75	0.860	0.048	a
a ₃ b ₃	Fertimar® 1.0	0.838	0.025	a
a ₂ b ₃	Revite 1.0	0.828	0.015	a
a ₃ b ₁	Fertimar® 0.5	0.828	0.015	a
a ₂ b ₂	Revite 0.75	0.820	0.008	a
a ₃ b ₂	Fertimar® 0.75	0.813	0.000	a

Fuente: Elaboración propia

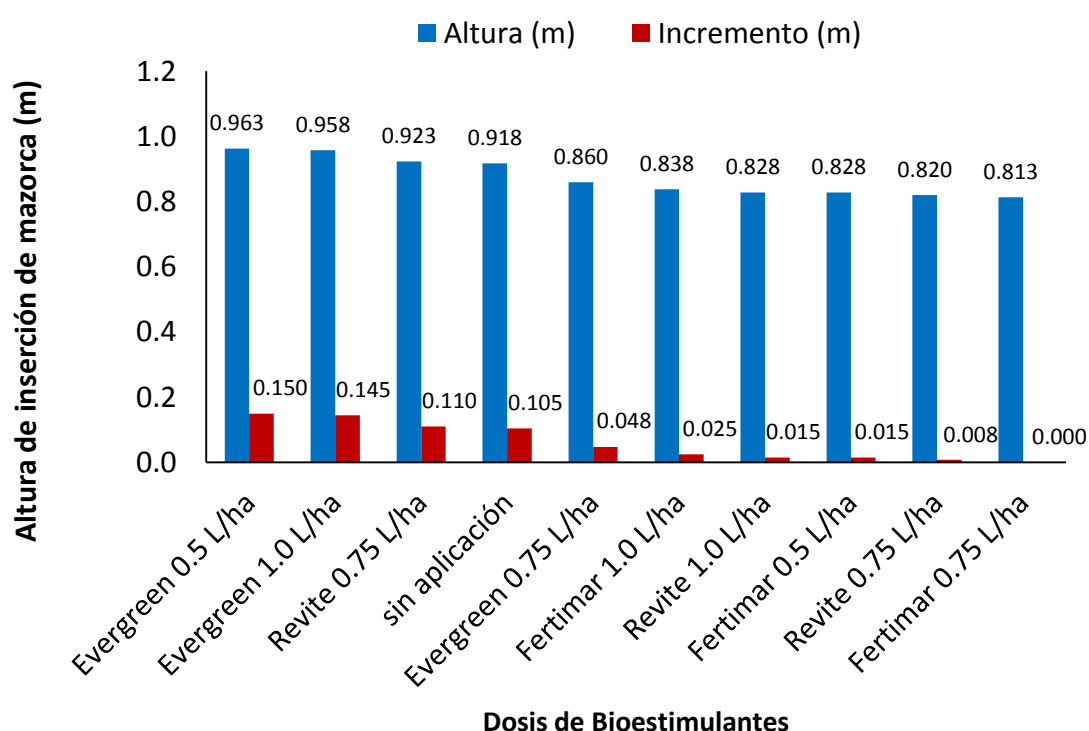


Figura 7. Altura de la inserción de mazorca (m) alcanzada por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio.

Del Cuadro 17, se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para altura de inserción de mazorca, esto quiere decir, que los resultados fueron similares, siendo el tratamiento a_1b_1 (Evergreen® 0.5 L/ha) con 0.963 m, superior a todos en altura de inserción de mazorca y el tratamiento a_3b_2 (Fertimar® 0.75 L/ha) produjo un promedio más bajo con respecto a los demás con 0.813 m de altura. No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ni testigo, lo que nos indica que los comportamientos fueron similares en la expresión de esta característica. Al no presentar ningún tipo de relación en cuanto al rendimiento de grano (Cuadro 8) o altura de planta (Cuadro 15), se puede inferir que no existe ningún efecto atribuido a la aplicación de bioestimulantes en el carácter, altura de inserción de mazorca.

En un experimento realizado en el 2005, en la localidad de Naranjillo, se encontró que el cultivar XB – 8010 alcanzó una altura de inserción de mazorca de 1.17 m (ROJAS, 2005) y en el presente trabajo la media general para altura de inserción de mazorca fue de 0.875 m, por tanto se infiere que la altura de mazorca es un carácter estable, pero con cierta plasticidad fenotípica, efecto que puede atribuirse a otras condiciones de cultivo (tecnología, medio ambiente, etc.) por lo que se encuentra cierta variabilidad entre experimentos; pero dentro del mismo ensayo bajo las mismas condiciones no hay un efecto que puede atribuirse al efecto de los bioestimulantes.

A pesar que en el ANVA resultó no significativo a nivel de $\alpha=0.05$ para ambos factores; altura de planta (Cuadro 14) y altura de inserción de mazorca

(Cuadro 16) para la fuente factorial vs testigo, con la prueba de Tukey no se pudo confirmar diferencias estadísticas significativas, demostrando que la aplicación de bioestimulantes no tiene efecto sobre estos caracteres, es decir ningún bioestimulante en estudio en alguna de sus dosis tuvo alguna influencia en la altura de planta ni en la altura de mazorca.

4.4. Longitud de mazorca

En el Cuadro 18 se presenta los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente a longitud de mazorca (cm) del híbrido doble de maíz XB-8010. En este Cuadro se observa que:

- Para las fuentes de variación: factor B y la interacción (A X B) no existe significación estadística para longitud de mazorca.
- Para la fuente de tratamiento existe significación estadística.
- El coeficiente de variabilidad 4.338 % la cual nos indica una muy buena homogeneidad
- Existe diferencias estadísticamente altamente significativas al 1 % de probabilidad para el factorial vs testigo (bioestimulante) para el carácter longitud de mazorca.
- Del Cuadro 19, se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para longitud de mazorca, pero si entre estos y el testigo, esto quiere decir que los resultados fueron similares, siendo el tratamiento a1b3 (Evergreen® 1.0 L/ha) con 19.850 cm, superior a todos en longitud de mazorca y el testigo (sin aplicación

de bioestimulantes) produjo el promedio más bajo con respecto a los demás con 17.575 cm de longitud.

- Con respecto al Cuadro 19, para longitud de mazorca, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero si entre el los tratamientos y el testigo, lo que nos indica que la aplicación de bioestimulantes (factor A) en sus distintas dosis (factor B) tuvieron efecto significativo estadísticamente en cuanto a la longitud de mazorca en comparación al testigo.

Cuadro 18. Análisis de variancia para longitud de mazorca (cm) del híbrido doble de maíz, XB-8010.

F. de variación	G. L	C.M	Sig.	Fcal	Ftab
Bloques	3	6.57167	**	9.8	2.96 ; 4.60
Tratamientos	9	1.85900	*	2.7	2.25 ; 3.15
Factorial	8	1.16688	ns	1.7	2.31 ; 3.26
A	2	0.61583	ns	0.9	3.35 ; 5.49
B	2	1.09000	ns	1.6	3.35 ; 5.49
A x B	4	1.48083	ns	2.2	2.73 ; 4.11
Factorial vs Testigo	1	7.39600	**	11.0	4.21 ; 7.68
Error Experimental	27	0.66981			
Total	39				

cv = 4.338 %

** : Existe diferencias estadísticas altamente significativas; * : Existe diferencias estadísticas significativas.
ns : Estadísticamente no significativa.

Al realizar las comparaciones entre los promedios de los tratamientos, se observa que el tratamiento a₁b₃ (Evergreen® 1.0 L/ha), obtuvo el mayor valor con 19.850 cm, mientras que el testigo (sin aplicación de bioestimulantes), fue el de menor longitud de mazorca con 17.575 cm.

Cuadro 19. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los tratamientos para longitud de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Clave	Tratamiento (L/ha)	Longitud (cm)	Diferencia (cm)	Significación
a ₁ b ₃	Evergreen® 1.0	19.850	2.275	a
a ₃ b ₃	Fertimar® 1.0	19.525	1.950	a
a ₃ b ₂	Fertimar® 0.75	19.150	1.575	a
a ₃ b ₁	Fertimar® 0.5	19.100	1.525	a
a ₁ b ₁	Evergreen® 0.5	19.025	1.450	a
a ₂ b ₁	Revite® 0.5	19.000	1.425	a
a ₂ b ₂	Revite® 0.75	18.950	1.375	a
a ₂ b ₃	Revite® 1.0	18.500	0.925	a
a ₁ b ₂	Evergreen® 0.75	17.975	0.400	a
Testigo	Sin aplicación	17.575	0.000	b

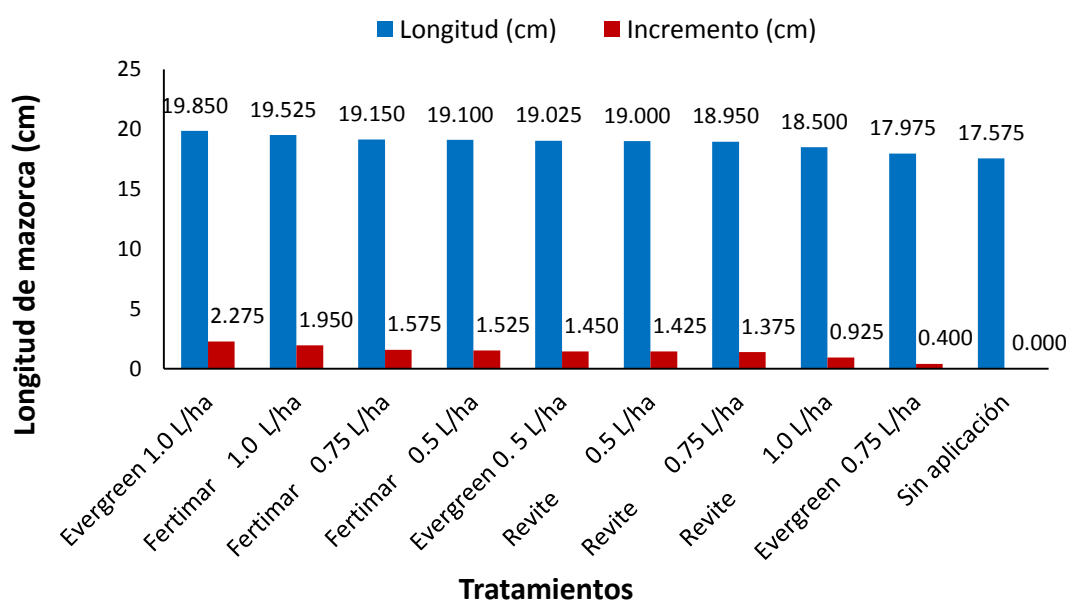


Figura 8. Longitud de mazorca en (cm) alcanzada por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio.

En un experimento realizado por ROJAS (2005), en las localidades de Afilador y Naranjillo, se encontró valores para longitud de mazorca que fluctuaron entre 18.00 y 18.13 cm para la localidad de Afilador y valores entre 17.00 y 17.17 cm para la localidad de Naranjillo, demostrando plasticidad fenotípica para el carácter longitud de mazorca. Por lo tanto, este efecto se atribuye a su composición protohormonal la cual colabora en el desarrollo y crecimiento de la planta; éste factor nos permite mejorar la estructura de la planta, desarrollo radicular, floración, formación y acumulación de reservas en los frutos, etc.; (PSWSA.COM, 2011), y al tener una mayor acumulación de reservas a nivel de fruto, por ende, se espera un mayor desarrollo de la mazorca.

4.5. Diámetro de mazorca

En el Cuadro 20 se presenta los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente al diámetro de mazorca (cm) del híbrido doble de maíz XB-8010. En este Cuadro se observa que; para las fuentes de variación factor B y la interacción (A x B) no existe significación estadística para el diámetro de mazorca.

- El coeficiente de variabilidad 0.656 % nos indica una excelente homogeneidad.
- Existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos; y factorial vs testigo (marcas de bioestimulante) para la característica diámetro de mazorca.

Cuadro 20. Análisis de variancia para diámetro de mazorca (cm) del híbrido doble de maíz, XB-8010.

F. de variación	G. L	CM	Sig.	Fcal	Ftab
Bloques	3	0.00047	ns	0.403	2.96 ; 4.60
Tratamientos	9	0.01045	**	8.956	2.25 ; 3.15
Factorial	8	0.00109	ns	0.938	2.31 ; 3.26
A	2	0.00172	ns	1.474	3.35 ; 5.49
B	2	0.00117	ns	1.003	3.35 ; 5.49
AxB	4	0.00074	ns	0.638	2.73 ; 4.11
Factorial vs testigo	1	0.08525	**	72.863	4.21 ; 7.68
Error experimental	27	0.00117			
Total	39				

cv= 0.656 %

** : Existe diferencias estadísticas altamente significativas; * : Existe diferencias estadísticas significativas.
ns: Estadísticamente no significativa.

En el Cuadro 21 y Figura 9, se muestra el análisis de variancia para diámetro de mazorca, donde se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (aplicación de bioestimulantes en diferentes dosis) y el testigo, es decir no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en cuanto al diámetro de mazorca, pero si entre el uso y la no aplicación de bioestimulantes, para el carácter diámetro de mazorca. ROJAS (2005), realizó ensayos en las localidades de Afilador y Naranjillo, encontrando valores para diámetro de mazorca que fluctuaron entre 4.75 y 4.83 cm para la localidad de Afilador y valores entre 4.66 y 4.75 cm para la localidad de Naranjillo, afirmando que este carácter está influenciado por factores medioambientales y condiciones edafoclimáticas, por lo tanto considerando los resultados obtenidos y estudios anteriores se atribuye plasticidad fenotípica para los caracteres diámetro de mazorca. Y las diferencias obtenidas dentro del experimento, se pueden atribuir a efecto de los bioestimulantes, los cuales gracias a su

contenido de protohormonas mejora la acumulación de reservas en el fruto (PSWSA.COM, 2011), lo que significaría un mayor desarrollo de mazorca.

Cuadro 21. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) de los tratamientos para diámetro de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Clave	Tratamiento (L/ha)	Diámetro (cm)	Diferencia (cm)	Significación
a ₁ b ₂	Evergreen® 0.5	5.243	0.178	a
a ₁ b ₃	Evergreen® 1.0	5.240	0.175	a
a ₃ b ₂	Fertimar 0.75	5.225	0.160	a
a ₂ b ₁	Revite 0.5	5.220	0.155	a
a ₃ b ₃	Evergreen® 0.75	5.218	0.153	a
a ₁ b ₁	Fertimar® 1.0	5.215	0.150	a
a ₂ b ₃	Revite 1.0	5.215	0.150	a
a ₂ b ₂	Fertimar® 0.5	5.208	0.143	a
a ₃ b ₁	Revite 0.75	5.188	0.123	a
Testigo	Sin aplicación	5.065	0.000	b

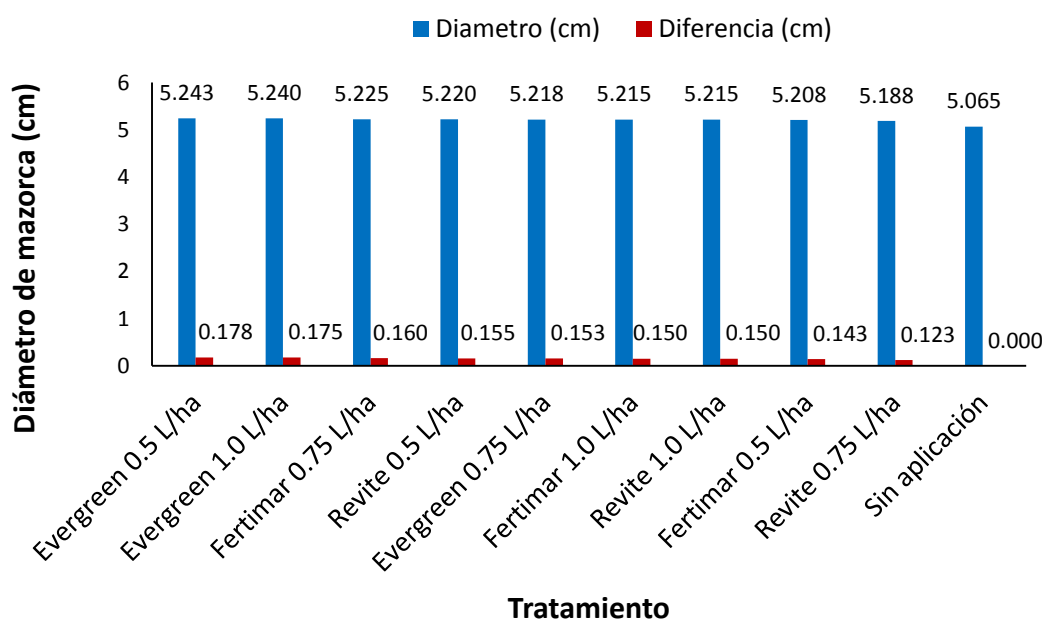


Figura 9. Diámetro de mazorca (cm) alcanzada por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio

4.6. Peso de 100 semillas de maíz

En el Cuadro 22 se presenta los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente al peso de 100 semillas (g) del híbrido doble de maíz, XB-8010.

- Para las fuentes de variación: factor A existen diferencias estadísticas significativas y para factorial existe diferencias estadísticas altamente significativas para la variable peso de 100 semillas.
- Para las fuentes de variación, bloque, tratamiento y Factorial vs Testigo, existe diferencias estadísticas altamente significativas.
- El coeficiente de variabilidad es 2.398% lo cual nos indica una muy buena homogeneidad los resultados

De acuerdo con el análisis de variancia (Cuadro 22) para el peso de 100 semillas del híbrido de maíz XB – 8010, existe altas diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir al menos un tratamiento obtuvo un resultado diferente en el peso de 100 semillas. Del mismo modo para el factor A (marca de bioestimulante) se encontró diferencias significativas, es decir al menos uno de los bioestimulantes en estudio obtuvo una respuesta diferente en el peso de 100 semillas. También en el carácter Factorial vs Testigo, se obtuvo diferencias altamente significativas, lo cual nos indica que el uso de bioestimulantes en sus diferentes dosis produce un resultado distinto a la no aplicación (testigo) en el peso de 100 semillas del híbrido XB – 8010.

Cuadro 22. Análisis de variancia para el peso de 100 semillas (g) del híbrido doble de maíz, XB-8010.

F. de variación	G. L	CM	Sig.	Fcal	Ftab
Bloques	3	4.70000	**	5.201	2.96 ; 4.60
Tratamientos	9	7.17778	**	7.943	2.25 ; 3.15
Factorial	8	4.17361	**	4.618	2.31 ; 3.26
A	2	3.11111	*	3.443	3.35 ; 5.49
B	2	9.36111	**	10.359	3.35 ; 5.49
A x B	4	2.11111	ns	2.336	2.73 ; 4.11
Factorial vs Testigo	1	31.21111	**	34.537	4.21 ; 7.68
Error Experimental	27	0.90370			
Total	39				

cv= 2.398 %

** : Existe diferencias estadísticas altamente significativas; * : Existe diferencias estadísticas significativas.
ns: Estadísticamente no significativa.

En el Cuadro 23, se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) para los nueve tratamientos del factorial más el testigo.

Del Cuadro 23, se deduce que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para peso de 100 semillas, siendo el tratamiento a₃b₂ (Fertimar® 0.75 L/ha) superior a todos en el carácter peso de 100 semillas alcanzando un promedio de 41.50 g., y el testigo (sin aplicación) con el menor promedio obtuvo 37.00 g. de peso.

Del análisis realizado para el peso de 100 semillas (Cuadro 23), donde se observa que el peso de 100 semillas de los tratamientos en estudio oscila de 37.00 a 41.50 g., la cual se observa una diferencia de 4.50 g., reportando diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 23. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los tratamientos para el peso de 100 semillas del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Clave	Tratamiento (L/ha)	Peso (g)	Diferencia (g)	Significación		
a ₃ b ₂	Fertimar® 0.75	41.50	4.50	a		
a ₃ b ₃	Fertimar® 1.0	41.00	4.00	a	b	
a ₂ b ₃	Revite® 1.0	40.75	3.75	a	b	c
a ₁ b ₃	Evergreen® 1.0	40.50	3.50	a	b	c
a ₁ b ₂	Evergreen® 0.75	39.50	2.50	a	b	c
a ₁ b ₁	Evergreen® 0.5	39.50	2.50	a	b	c
a ₂ b ₂	Revite® 0.75	39.25	2.25	a	b	c
a ₃ b ₁	Fertimar® 0.5	39.00	2.00		b	c
a ₂ b ₁	Revite® 0.5	38.50	1.50			c
Testigo	Sin aplicación	37.00	0.00			d

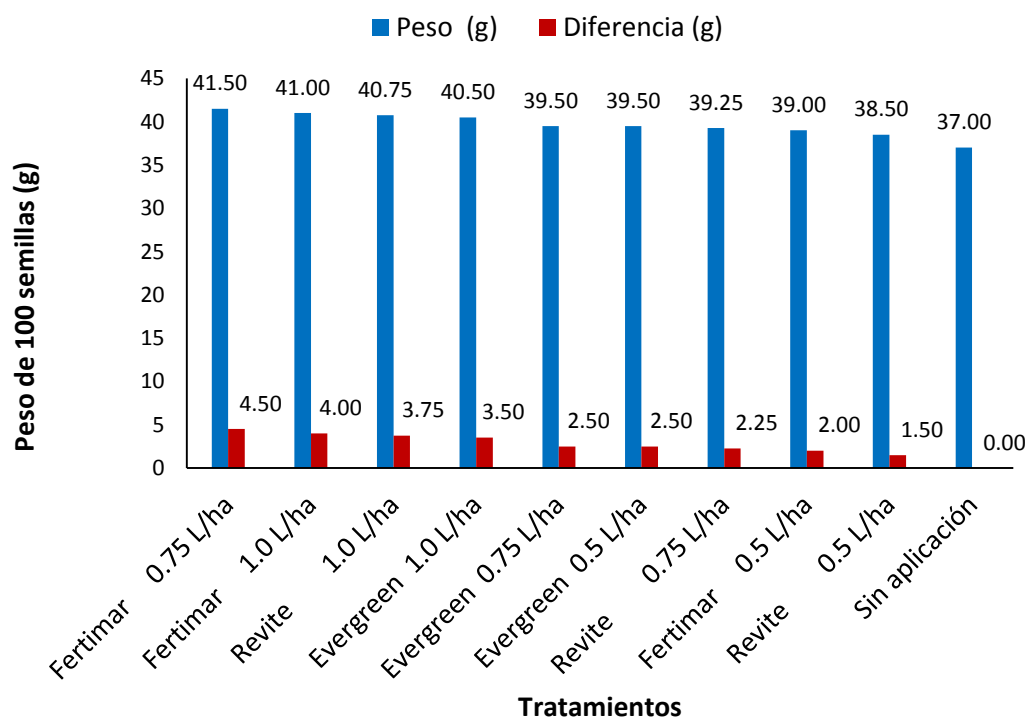


Figura 10. Peso de 100 semillas, alcanzada por el híbrido XB – 8010 en cada uno de los tratamientos en estudio.

Del Cuadro 23 el menor peso de 100 semillas dentro del factorial fue de 38.50 g. Reportando diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) frente a la media del testigo. También se puede observar el incremento respecto al testigo que desde 1.50 hasta 4.50 g, equivalente a un incremento en peso del 4.051 % a 12.162 %.

De acuerdo al estudio realizado, se obtuvo de 37.00 g. hasta 41.50 g. Dichos promedios superan a las medias obtenidas ROJAS (2005), en un ensayo que realizó en las localidades de Afilador y Naranjillo, que oscila de 29.43 a 34.82 g y los obtenidos por URQUIA (2004), quien realizó un experimento en cinco cultivares comerciales de maíz entre ellos XB - 8010, Marginal 28-T, PM-702, PM-104 y G-5423, donde valores en promedios en el peso de 100 semillas en un rango de 31.63 a 34.82 g, para la localidad de Afilador, y de 31.19 a 33.76 g, para la localidad de Tulumayo, donde el híbrido doble XB - 8010 presentó un mejor peso de semilla, con 34.82 g. CHÁVEZ (2002) y MINAG (2000), en la descripción de las características del híbrido XB - 8010 reporta un peso de 365 g por 1000 semillas, lo que equivale a un peso de 36.5 g por 100 semillas, el cual es muy similar al resultado del testigo con 37 g por 100 semillas.

Por lo tanto, existe plasticidad fenotípica para el carácter peso de semillas, y así mismo en comparación a las medias obtenidas en otros estudios y respecto al testigo del presente estudio se puede atribuir la ganancia de peso al efecto de los bioestimulantes, los cuales mejoran la acumulación de reservas en el fruto y semillas (PSWSA. COM, 2011).

4.7. Análisis económico

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo, de realizar el análisis económico para cada uno de los tratamientos en estudio, es necesario establecer las diferencias en cuanto a los rendimientos de grano de maíz al 14 % de humedad, que es lo establecido para la comercialización del producto, por lo tanto, podemos observar en el siguiente cuadro, con los precios referenciales de grano a S/. 0.90 nuevos soles por kilogramo.

Este análisis económico nos permite apreciar de forma más tangible las conveniencias o no de cada uno de los tratamientos, cuya viabilidad depende del análisis Beneficio/Costo, el cual deberá ser mayor a 1.0 para afirmar la rentabilidad positiva del proyecto.

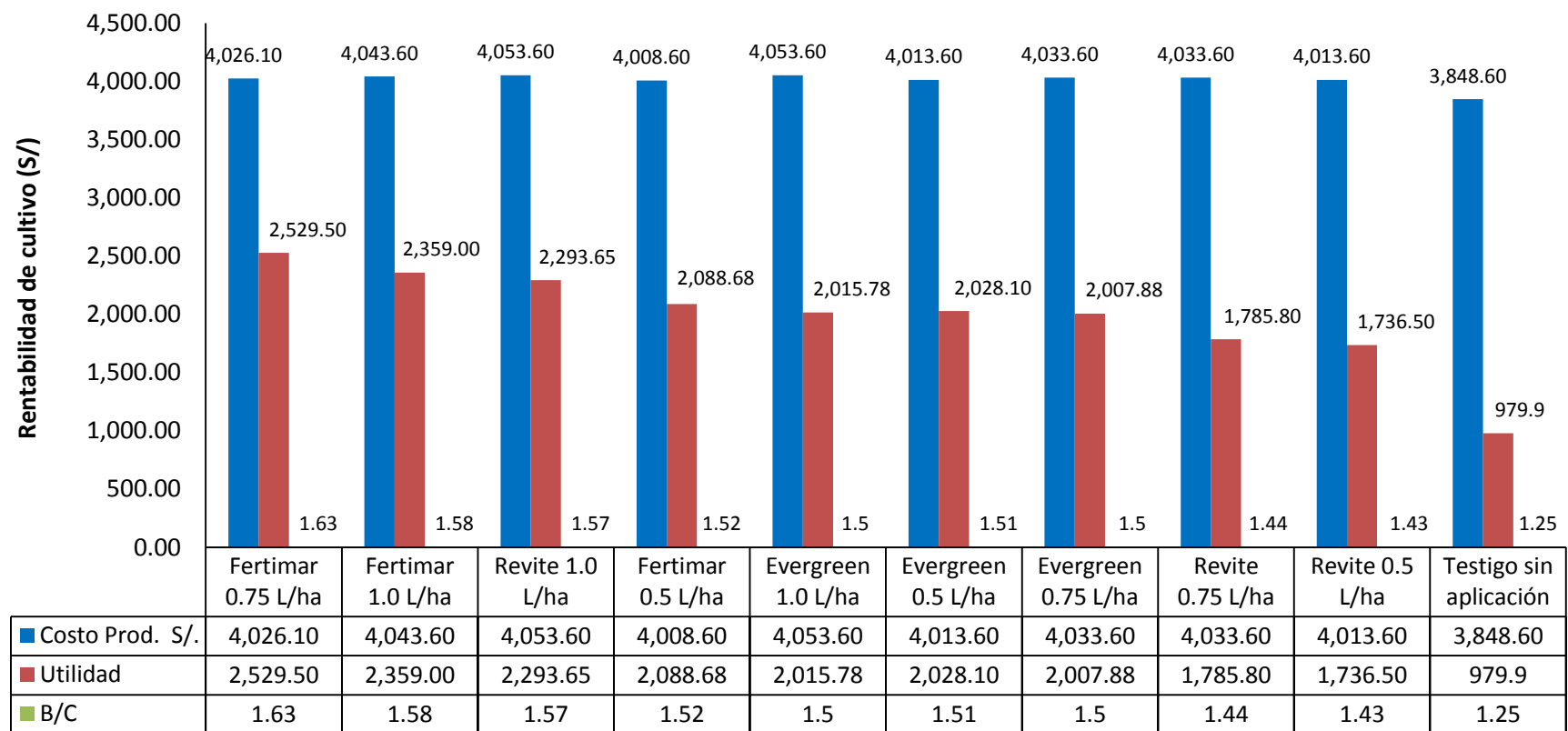
Del Cuadro 24 podemos observar que el cultivo del maíz es un proyecto rentable aun sin el uso de bioestimulantes, obteniendo una rentabilidad de 25.46 % es decir por cada S/.1.00 invertido se ganará S/.0.254 en el periodo de tiempo del proyecto (6 meses). T₇ (Fertimar® 0.75 L/ha.) obtuvo la mejor rentabilidad con 62.83 %. Es decir, el uso del bioestimulante Fertimar® en una dosis de 0.75 L/ha duplica la rentabilidad del cultivo del maíz.

En el Cuadro 24 se presenta el orden de acuerdo los rendimientos, sin embargo no necesariamente un mayor rendimiento significa una mayor rentabilidad tal es el ejemplo del T₁ que obtuvo un rendimiento de 6.713 t./ha con una rentabilidad de 50.53 % comparado con el T₈ que obtuvo un rendimiento de 6,743.75 kg con una rentabilidad de 49.73 % por efecto del uso de bioestimulantes que puede incrementar la rentabilidad entre un 20 y 40 %.

Cuadro 24. Análisis de rentabilidad Beneficio/Costo.

Tratamientos	Rdto. (t/ha)	Valor Bruto (S/.)	Costo Prod. (S/.)	Costo (kg)	Utilidad (S/.)	B/C	Rentabilidad (%)
T ₇	7,284.00	6,555.60	4,026.10	0.55	2,529.50	1.63	62.83
T ₁₀	7,114.00	6,402.60	4,043.60	0.57	2,359.00	1.58	58.34
T ₉	7,052.50	6,347.25	4,053.60	0.57	2,293.65	1.57	56.58
T ₃	6,774.75	6,097.28	4,008.60	0.59	2,088.68	1.52	52.10
T ₈	6,743.75	6,069.38	4,053.60	0.60	2,015.78	1.50	49.73
T ₁	6,713.00	6,041.70	4,013.60	0.60	2,028.10	1.51	50.53
T ₅	6,712.75	6,041.48	4,033.60	0.60	2,007.88	1.50	49.78
T ₆	6,466.00	5,819.40	4,033.60	0.62	1,785.80	1.44	44.27
T ₂	6,389.00	5,750.10	4,013.60	0.63	1,736.50	1.43	43.27
Testigo	5,365.00	4,828.50	3,848.60	0.72	979.90	1.25	25.46

Precios bioestimulantes por litro(S/): Evergreen® 80.00; Revite 80.00; Fertimar® 70.00



Dosis de aplicación del bioestimulante comercial

Figura 11. Análisis de rentabilidad del cultivo relación beneficio /costo (B/C)

V. CONCLUSIONES

1. No existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, pero si entre el testigo y los tratamientos, es decir; la aplicación de uno de los bioestimulantes en estudio en cualquiera de sus dosis generará un incremento estadísticamente significativo frente a la no aplicación.
2. Los tratamientos más destacables fueron el T₇ (Fertimar® 0.75 L/ha) con 7.284 t/ha, T₁₀ (Fertimar® 1.0 L/ha) con 7.114 t/ha y T₉ (Revite 1.0 L/ha) con 7.053 t/ha
3. Los factores altura de planta y altura de mazorca no son afectados por el uso de bioestimulantes, pero si el peso de 100 semillas, lo que generó las diferencias en cuanto a producción.
4. El mayor valor de relación B/C lo obtuvo la aplicación de Fertimar® 0.75 L/ha con 1.63, lo cual equivale a una rentabilidad de 63 %, el cual duplica la rentabilidad del cultivo del maíz híbrido doble XB-8010, mientras el Testigo (sin aplicación del bioestimulante) obtuvo una rentabilidad de 25.46 %.
5. El mínimo valor B/C obtenido por el uso de bioestimulantes fue de 1.43 es decir obtuvo una rentabilidad de 43 % es decir un 19.68 % más que el testigo (no aplicación de bioestimulantes).

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar otro ensayo utilizando los mismos bioestimulantes para evaluar su composición molecular y determinar el factor diferencial en el rendimiento de grano del maíz híbrido XB-8010.
2. Replicar este ensayo en cultivares diferentes para evaluar el efecto en diferentes genotipos de maíz.
3. Realizar otro experimento considerando otros paquetes tecnológicos aplicando Fertimar® a 0.75 L/ha con la finalidad de optimizar la rentabilidad a través de la relación beneficio/costo (B/C).

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de Julio y diciembre del 2011, en la localidad de Tulumayo, ubicado en el distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con la finalidad de determinar el efecto del tres bioestimulantes orgánicos (Evergreen, Revite, Fertimar) en tres distintas dosis (0.5 L/ha; 0.75 L/ha; 1.0 L/ha) en el rendimiento de un híbrido doble de maíz (*Zea mays L.*), XB-8010, en Tulumayo y su respectivo análisis económico. Los componentes en estudio estuvieron constituidos por los factores Bioestimulante (a_1 = Evergreen, a_2 = Revite, a_3 = Fertimar) y dosis de aplicación (b_1 = 0.5 L/ha, b_2 = 0.75 L/ha, b_3 = 1.0 L/ha). El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3A x 3B, con 4 repeticiones; utilizándose la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). La siembra de semillas se realizó en forma manual, empleando un promedio de 25 kg/ha, a un distanciamiento de 0.90 m entre surcos o hileras y 0.20 m entre golpes; con una densidad de siembra de 55,555 plantas por hectárea. Para el control de malezas se aplicó Atrazina a razón de 2 L/ha de acción selectiva y pre emergente, se complementó con deshierbo manual a los 15 días después de la siembra y a los 45 días junto con el aporque respectivamente, utilizando como herramienta el azadón. El control fitosanitario estuvo dirigido al control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), para lo cual se aplicó Tamarón (Metamidophos) + Furadan (Carbofuran), a dosis de 2.5 % a los 10 y 20 días después de la siembra, a los 40 días se hizo la aplicación de Caporal (Cipermetrina + Metamidophos) a razón de 2.5 %. Se aplicó los tratamientos a los 30 días

después de la siembra. La fórmula de fertilización que se utilizó fue de 200 – 40 – 160 kg/ ha de N - P - K, haciéndose la primera fertilización a los 12 días después de la siembra aplicando todo el fósforo y el 50 % de nitrógeno y potasio, la segunda fertilización se realizó a los 35 días después de la siembra y se aplicó el 50 % de nitrógeno y potasio restante. Los resultados mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos Fertimar en sus dosis 1.0 L/ha; 0.75 L/ha; 0.5 L/ha, Evergreen en sus dosis 1.0 L/ha; 0.75 L/ha; 0.5 L/ha y Revite en sus dosis 0.75 L/ha; pero si entre estos 8 tratamientos con Revite en su dosis 0.5 L/ha y el testigo. Así mismo, entre los tratamientos, Fertimar en sus dosis 1 L/ha; 0.5 L/ha, Evergreen en sus dosis 1.0 L/ha; 0.75 L/ha; 0.5 L/ha y Revite en sus dosis 1.0 L/ha; 0.75 L/ha; 0.5 L/ha; pero si entre estos 8 tratamientos frente al testigo. De acuerdo al presente estudio Fertimar en sus dosis 0.75 L/ha produjo el más alto rendimiento en grano seco de maíz con 7.284 t/ ha, por otro lado, el tratamiento testigo (sin la aplicación de bioestimulantes) produjo el más bajo rendimiento en grano seco de maíz con 5.365 t/ha. Del mismo modo también podemos mencionar el promedio mínimo de rendimiento en grano cuando se realizó la aplicación de un bioestimulante fue de 6.389 t/ha, el cual supera en 1.025 t/ha la no aplicación. Finalmente se demostró económicamente el efecto positivo del uso de bioestimulantes, debido al mayor rendimiento en grano obtenido por los tratamientos obteniendo en el análisis B/C valores que van desde 1.59 – 1.81, mientras que el testigo obtuvo 1.39, es decir el uso de Bioestimulantes incrementó entre 20 a 50 % más la rentabilidad del cultivo del maíz híbrido doble XB-801.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. BERTSCH, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 307 p.
2. CHÁVEZ, F.J. 2002. Comportamiento de 5 híbridos y una variedad de maíz (*Zea mays* L.) bajo un sistema de labranza mínima en Tulumayo. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 85 p.
3. COMPANY, L.M. 1984. El maíz en cultivo y aprovechamiento. Edit. Mundi – Prensa S.A. Madrid, España. pp. 41 – 42.
4. DELVIN, R. 1982. Fisiología vegetal. Ediciones Omega S.A. Edit. Iberoamericana. México. 759 p.
5. EXCELAG, CORP. 2005. Nutritional complex & bio-stimulants MULTIMIXES (Macro, Micro, PR's, Vitamins, Microorganisms) Evergreen® [En línea]: <http://www.excelag.com/>. Setiembre 2007.
6. FAO. 1984. Guía técnica sobre la tecnología de la semilla de maíz. FAO. Roma, Italia. 172 p.
7. GONZALES, H., Fernando. 2000. El cultivo de maíz. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 179 p.
8. GONZALES P., Hugo. 2010. Efecto del bioestimulante Evergreen® en tres dosis y tres fraccionamientos en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.)

- c.v. Marginal 28-T en Tingo María. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 88 p.
9. GOSTINCAR, P. 1997. El maíz. Editorial Idea Booki S.A. Barcelona, España 90 p.
10. JENSEN, W. y SALISBURY, F. 1994. Bótanica. ED. Mc GRAW-HILL S.A. México. 762 p.
11. JOQUERA, Y., y YURI, J. 2006. POMACEAS: Boletín Técnico. Universidad de Talca y Centro de pomáceas de Talca, Chile. Vol 6. [En línea]: (http://pomaceas.otalca.cl/html/Docs/pdf/2006_06_06.pdf). Revisado el 10 de abril 2013.
12. JUNGENHEIMER, W.R. 1988. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Edit. Limusa. S.A. México D.F. 506 p.
13. LAFITTE, H.R. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. CIMMYT. México D.F. 122 p.
14. MANRIQUE, C.A. 1986. El maíz en el Perú. Talleres Gráficos de Edigraf. La Victoria, Lima. 66 p.
15. MINAG, 2012. Principales aspectos de la cadena agroproductiva del maíz amarillo duro. [En línea]: MINAG. (<http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiamazamarillo2.pdf>). Revisado el 20 octubre 2013.

16. PSWSA. Fertimar®: ficha técnica. [En Línea]: PSWSA.COM. Revisado el 22 de setiembre del 2011.
17. ROJAS, R. 2005. Efecto de tres densidades de siembra en el comportamiento de tres cultivares comerciales de maíz (*Zea mays* L.) en dos localidades. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 136 p.
18. SÁNCHEZ, E.J. 2002. El maíz, suelo y necesidades nutricionales. Informe técnico. Tingo María, Perú. Pp. 12 – 15.
19. SILCROP. Revite: ficha técnica. [En Línea]: SILCROP.COM (http://www.silcrop.com.pe/images/ficha_tecnica/GS-SIL-RG-FT-LV-29_REVITE_00.pdf). Revisado el 20 de setiembre 2011.
20. TORIBIO, T.A. 1995. Cultivo de maíz. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía. Tingo María, Perú. 84 p.
21. URQUÍA S., M. 2004. Efecto de tres densidades de siembra en el comportamiento de cinco cultivares comerciales de maíz (*Zea mayz* L.) en dos localidades. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 84 p.

IX. ANEXO

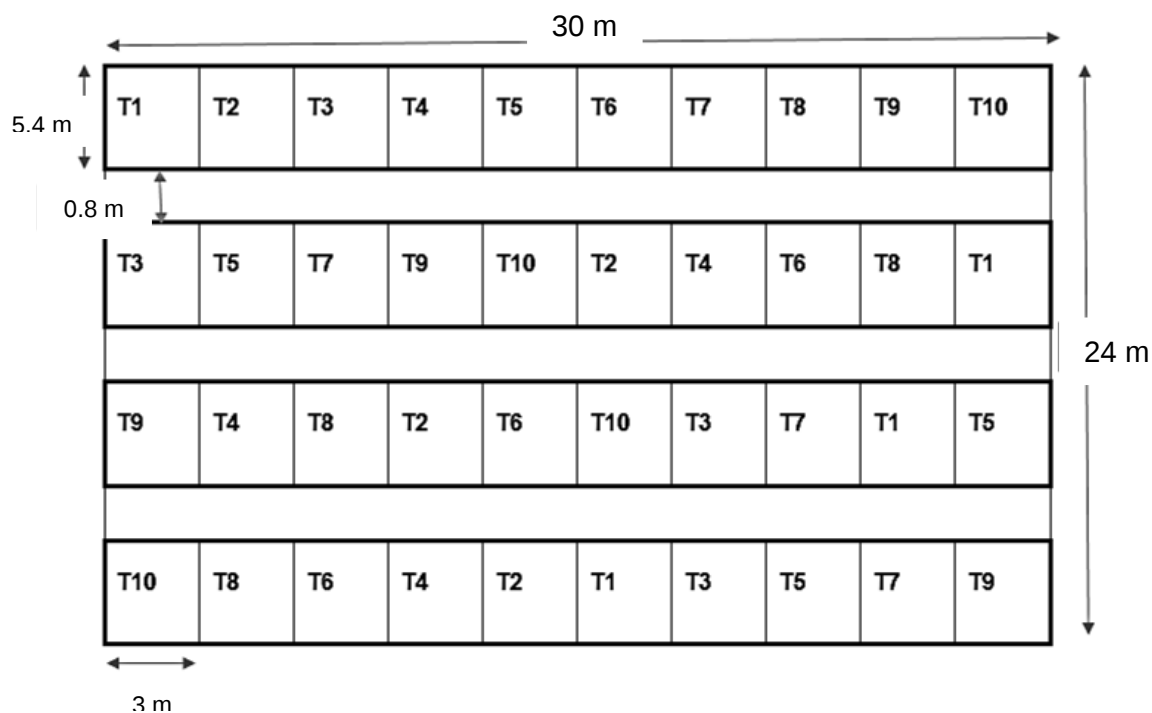


Figura 12. Croquis del experimento

Cuadro 25. Rendimientos en grano en t/ha para cada tratamiento en estudio del maíz híbrido doble XB-8010

Rendimiento	I	II	III	IV	Total	Prom.
a ₁ b ₁	6.667	6.358	6.852	6.975	26.852	6.713
a ₁ b ₂	6.852	6.481	6.790	6.728	26.851	6.713
a ₁ b ₃	6.975	5.926	7.222	6.852	26.975	6.744
a ₂ b ₁	6.481	5.494	6.667	6.914	25.556	6.389
a ₂ b ₂	7.099	5.370	6.914	6.481	25.864	6.466
a ₂ b ₃	7.099	6.914	7.160	7.037	28.210	7.053
a ₃ b ₁	6.790	6.420	6.543	7.346	27.099	6.775
a ₃ b ₂	7.346	6.728	7.593	7.469	29.136	7.284
a ₃ b ₃	7.284	7.160	7.284	6.728	28.456	7.114
	62.593	56.851	63.025	62.530	244.999	6.806
Testigo	5.358	5.432	5.420	5.249	21.459	5.365
	67.951	62.283	68.445	67.779	266.458	6.661

Cuadro 26. Altura de planta (m) para cada tratamiento en estudio del maíz híbrido doble XB-8010

Alt. planta	I	II	III	IV	Total	Prom.
a ₁ b ₁	1.850	2.060	2.100	1.970	7.980	1.995
a ₁ b ₂	1.890	1.400	2.100	1.950	7.340	1.835
a ₁ b ₃	1.840	1.700	2.130	2.110	7.780	1.945
a ₂ b ₁	1.930	1.370	1.950	2.070	7.320	1.830
a ₂ b ₂	2.020	1.620	2.030	1.990	7.660	1.915
a ₂ b ₃	1.900	1.370	2.090	2.070	7.430	1.858
a ₃ b ₁	1.820	1.500	1.910	1.890	7.120	1.780
a ₃ b ₂	2.100	2.060	2.120	2.050	8.330	2.083
a ₃ b ₃	1.880	1.570	2.050	1.910	7.410	1.853
	17.230	14.650	18.480	18.010	68.370	1.899
Testigo	1.810	1.790	1.890	1.880	7.370	1.843
	19.040	16.440	20.370	19.890	75.740	1.894

Cuadro 27. Altura de mazorca (m) para cada tratamiento en estudio del XB-8010

Alt. mazorca	I	II	III	IV	Total	Prom.
a ₁ b ₁	0.980	0.730	1.160	0.980	3.850	0.963
a ₁ b ₂	0.890	0.620	0.980	0.950	3.440	0.860
a ₁ b ₃	0.910	0.720	1.000	1.200	3.830	0.958
a ₂ b ₁	0.950	0.380	0.950	1.000	3.280	0.820
a ₂ b ₂	0.950	0.640	1.000	1.100	3.690	0.923
a ₂ b ₃	0.920	0.400	0.990	1.000	3.310	0.828
a ₃ b ₁	0.900	0.560	0.920	0.930	3.310	0.828
a ₃ b ₂	0.960	0.300	1.000	0.990	3.250	0.813
a ₃ b ₃	0.920	0.500	1.000	0.930	3.350	0.838
	8.380	4.850	9.000	9.080	31.310	0.870
Testigo	0.920	0.840	0.960	0.950	3.670	0.918
	9.300	5.690	9.960	10.030	34.980	0.875

Cuadro 28. Longitud de mazorca (cm) para cada tratamiento en estudio del maíz híbrido doble XB-8010

Tamaño mazorca	I	II	III	IV	Total	Prom.
a ₁ b ₁	19.800	17.400	19.000	19.900	76.100	19.025
a ₁ b ₂	18.500	15.400	19.000	19.000	71.900	17.975
a ₁ b ₃	20.600	18.200	20.100	20.500	79.400	19.850
a ₂ b ₁	19.400	17.300	18.900	20.400	76.000	19.000
a ₂ b ₂	20.300	18.100	19.300	18.100	75.800	18.950
a ₂ b ₃	19.300	16.700	18.500	19.500	74.000	18.500
a ₃ b ₁	19.000	19.100	18.600	19.700	76.400	19.100
a ₃ b ₂	19.000	19.400	19.400	18.800	76.600	19.150
a ₃ b ₃	18.500	19.400	20.000	20.200	78.100	19.525
	174.400	161.000	172.800	176.100	684.300	19.008
Testigo	18.600	15.800	17.400	18.500	70.300	17.575
	193.000	176.800	190.200	194.600	754.600	18.865

Cuadro 29. Diámetro de mazorca (cm) para cada tratamiento en estudio del maíz

Diámetro	I	II	III	IV	Total	Prom.
a ₁ b ₁	5.220	5.190	5.200	5.250	20.860	5.215
a ₁ b ₂	5.340	5.180	5.230	5.220	20.970	5.243
a ₁ b ₃	5.220	5.220	5.290	5.230	20.960	5.240
a ₂ b ₁	5.190	5.200	5.260	5.230	20.880	5.220
a ₂ b ₂	5.190	5.210	5.240	5.190	20.830	5.208
a ₂ b ₃	5.210	5.210	5.220	5.220	20.860	5.215
a ₃ b ₁	5.180	5.200	5.190	5.180	20.750	5.188
a ₃ b ₂	5.200	5.240	5.240	5.220	20.900	5.225
a ₃ b ₃	5.200	5.230	5.240	5.200	20.870	5.218
	46.950	46.880	47.110	46.940	187.880	5.219
Testigo	5.110	5.090	5.010	5.050	20.260	5.065
	52.060	51.970	52.120	51.990	208.140	5.204

Cuadro 30. Peso de 100 granos para cada tratamiento en estudio del maíz.

P. semillas	I	II	III	IV	Total	Prom.
a ₁ b ₁	40,000	39,000	40,000	39,000	158,000	39,500
a ₁ b ₂	41,000	38,000	40,000	39,000	158,000	39,500
a ₁ b ₃	41,000	39,000	41,000	41,000	162,000	40,500
a ₂ b ₁	39,000	37,000	39,000	39,000	154,000	38,500
a ₂ b ₂	41,000	37,000	41,000	38,000	157,000	39,250
a ₂ b ₃	40,000	41,000	41,000	41,000	163,000	40,750
a ₃ b ₁	39,000	39,000	38,000	40,000	156,000	39,000
a ₃ b ₂	41,000	40,000	42,000	43,000	166,000	41,500
a ₃ b ₃	42,000	41,000	41,000	40,000	164,000	41,000
	364,000	351,000	363,000	360,000	1.438,000	39,944
Testigo	38,000	36,000	38,000	36,000	148,000	37,000
	402,000	387,000	401,000	396,000	1586,000	39,650

Cuadro 31. Comparación de medias entre cada tratamiento en estudio para rendimiento en grano.

Prueba de tuckey	prom (1)	prom (2)	Diferencia	ALS (T)	Significancia
a ₃ b ₂ a ₃ b ₃	7,284	7,114	0,170	0,79770957	ns
a ₃ b ₂ a ₂ b ₃	7,284	7,053	0,232	0,79770957	ns
a ₃ b ₂ a ₃ b ₁	7,284	6,775	0,509	0,79770957	ns
a ₃ b ₂ a ₁ b ₃	7,284	6,744	0,540	0,79770957	ns
a ₃ b ₂ a ₁ b ₁	7,284	6,713	0,571	0,79770957	ns
a ₃ b ₂ a ₁ b ₂	7,284	6,713	0,571	0,79770957	ns
a ₃ b ₂ a ₂ b ₂	7,284	6,466	0,818	0,79770957	*
a ₃ b ₂ a ₂ b ₁	7,284	6,389	0,895	0,79770957	*
a ₃ b ₂ Testigo	7,284	5,365	1,919	0,79770957	*
a ₃ b ₃ a ₂ b ₃	7,114	7,053	0,061	0,79770957	ns
a ₃ b ₃ a ₃ b ₁	7,114	6,775	0,339	0,79770957	ns
a ₃ b ₃ a ₁ b ₃	7,114	6,744	0,370	0,79770957	ns
a ₃ b ₃ a ₁ b ₁	7,114	6,713	0,401	0,79770957	ns
a ₃ b ₃ a ₁ b ₂	7,114	6,713	0,401	0,79770957	ns
a ₃ b ₃ a ₂ b ₂	7,114	6,466	0,648	0,79770957	ns
a ₃ b ₃ a ₂ b ₁	7,114	6,389	0,725	0,79770957	ns
a ₃ b ₃ testigo	7,114	5,365	1,749	0,79770957	*
a ₂ b ₃ a ₃ b ₁	7,053	6,775	0,278	0,79770957	ns
a ₂ b ₃ a ₁ b ₃	7,053	6,744	0,309	0,79770957	ns
a ₂ b ₃ a ₁ b ₁	7,053	6,713	0,340	0,79770957	ns
a ₂ b ₃ a ₁ b ₂	7,053	6,713	0,340	0,79770957	ns
a ₂ b ₃ a ₂ b ₂	7,053	6,466	0,586	0,79770957	ns
a ₂ b ₃ a ₂ b ₁	7,053	6,389	0,664	0,79770957	ns
a ₂ b ₃ testigo	7,053	5,365	1,688	0,79770957	*
a ₃ b ₁ a ₁ b ₃	6,775	6,744	0,031	0,79770957	ns
a ₃ b ₁ a ₁ b ₁	6,775	6,713	0,062	0,79770957	ns
a ₃ b ₁ a ₁ b ₂	6,775	6,713	0,062	0,79770957	ns
a ₃ b ₁ a ₂ b ₂	6,775	6,466	0,309	0,79770957	ns
a ₃ b ₁ a ₂ b ₁	6,775	6,389	0,386	0,79770957	ns
a ₃ b ₁ testigo	6,775	5,365	1,410	0,79770957	*
a ₁ b ₃ a ₁ b ₁	6,744	6,713	0,031	0,79770957	ns
a ₁ b ₃ a ₁ b ₂	6,744	6,713	0,031	0,79770957	ns
a ₁ b ₃ a ₂ b ₂	6,744	6,466	0,278	0,79770957	ns
a ₁ b ₃ a ₂ b ₁	6,744	6,389	0,355	0,79770957	ns
a ₁ b ₃ testigo	6,744	5,365	1,379	0,79770957	*
a ₁ b ₁ a ₁ b ₂	6,713	6,713	0,000	0,79770957	ns
a ₁ b ₁ a ₂ b ₂	6,713	6,466	0,247	0,79770957	ns
a ₁ b ₁ a ₂ b ₁	6,713	6,389	0,324	0,79770957	ns
a ₁ b ₁ testigo	6,713	5,365	1,348	0,79770957	*
a ₁ b ₂ a ₂ b ₂	6,713	6,466	0,247	0,79770957	ns
a ₁ b ₂ a ₂ b ₁	6,713	6,389	0,324	0,79770957	ns
a ₁ b ₂ testigo	6,713	5,365	1,348	0,79770957	*
a ₂ b ₂ a ₂ b ₁	6,466	6,389	0,077	0,79770957	ns
a ₂ b ₂ testigo	6,389	5,365	1,024	0,79770957	*
a ₂ b ₁ testigo	6,389	5,365	1,024	0,79770957	*

Cuadro 32: Costo de producción del maíz para cada tratamiento

Actividades	Unidad de medida	Cant.	Costo Unitario	T1 y T2	T3	T4	T5 y T6	T7	T8 y T9	T10
1. Preparación dterreno										
Arado	H. maquina	4	70.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
Rastra	H. maquina	2	70.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
2. Siembra										
Semilla	Bolsa (25 Kg)	1	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Siembra	Jornal	4	25.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3. Labores Agronómicas										
Abonamiento	Jornal	5	25.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Deshierbo (2)	Jornal	8	25.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Aplicación de herbicidas	Jornal	5	25.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Aplicación de insecticidas	Jornal	5	25.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Aplicación de Bioestimulante	Jornal	5	25.00	125.00	125.00		125.00	125.00	125.00	125.00
4. Insumos										
Urea	Kg	430	1.98	851.40	851.40	851.40	851.40	851.40	851.40	851.40
SPT	Kg	90	2.57	231.30	231.30	231.30	231.30	231.30	231.30	231.30
KCl	Kg	260	2.09	543.40	543.40	543.40	543.40	543.40	543.40	543.40
Atrazina	l	2	40.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Caporal	l	1	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00
Tamaron	l	1	60.50	60.50	60.50	60.50	60.50	60.50	60.50	60.50
Furadan	l	1	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00
Evergreen®	l		80,00	40,00			60,00		80,00	
Revite	l		80,00							
Fertimar®	l		70,00		35,00			52,50		70,00
5. Cosecha										
Cosecha manual	Jornal	10	25.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
Trilla manual	Jornal	7	25.00	175.00	175.00	175.00	175.00	175.00	175.00	175.00
6. Transporte										
Transporte	q.q	160	0.70	112.00	112.00	112.00	112.00	112.00	112.00	112.00
Total				4013,6	4008,60	3848,6	4033,6	4026,1	4053,6	4043,6



Figura 13. Evaluación de altura de inserción de mazorca.



Figura 14. Evaluación de peso de parcela neta.



Figura 15. Presentación ordenada de 5 mazorcas por 10 tratamientos (incluido el testigo).



Figura 16. Peso de 100 semillas para el T₇ bloque 4.