

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“EFECTO DEL BIOESTIMULANTE EVERGREEN EN
TRES DOSIS Y TRES FRACCIONAMIENTOS EN EL
RENDIMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays* L.)
CV. ‘MARGINAL 28-T’ EN TINGO MARÍA”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

HUGO NOEL GONZALES PIÑÁN

Promoción I – 2005

“Jóvenes emprendedores liderando el desarrollo del Perú”

Tingo María – Perú

2010



F04

G71

Gonzales Piñan, Hugo N.

Efecto del Bioestimulante Evergreen en tres Dosis y tres Fraccionamiento en el Rendimiento del Maiz (*Zea mays* L.) CV. 'Marginal 28-T' en Tingo María. Tingo María 2010

73 h.; 18 cuadros; 8 fgrs.; 29 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

ZEA MAYS L. / BIOESTIMULANTE / DOSIFICACION / ANALISIS

ECONOMICO / RENDIMIENTO / METODOLOGIA / TINGO MARIA

/ RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.

DEDICATORIA

A Dios:

Divino creador de la vida de todo lo que existe, quien me dio la vida y la inteligencia para conseguir uno de mis mejores anhelos en mi vida profesional.

A mis padres:

Con profundo agradecimiento y gratitud, por su abnegado sacrificio, amor y sabios consejos, que han hecho posible la culminación de mi carrera profesional.

A mis hermanos:

Tabita Judith, Edson Anderzón, Mirza Malú y Rosa Milagros con mucho amor y cariño, por ser parte de mi vida.

Al amor de mi vida:

Patricia Magali Beraún Ramírez por ser mi esposa y compañera de toda la vida

AGRADECIMIENTO

El sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han colaborado y hecho posible la culminación del presente trabajo de investigación, entre ellos:

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por ser mi alma mater y por haberme dado la oportunidad de lograr mi formación profesional.
- A mi patrocinador Ing. M. Sc. Fernando Gonzáles Huiman, por su iniciativa y constante colaboración en el presente trabajo de investigación
- A los miembros del jurado de tesis: Ing. Manuel Tito Viera Huiman, Ing. Luis Mansilla Minaya, Ing. Jorge Cerón Chávez
- A los docentes de la Facultad de Agronomía de la UNAS – Tingo María, por brindarme las enseñanzas, sugerencias y estímulos en mi formación profesional.
- A Ing. Pedro Huerto Guzmán y al personal del Fundo UNAS, por su constante colaboración, sugerencias y participación en el presente trabajo.
- A mis primos y amigos: Evil Vargas Piñán, Pedro Luis Camasca Piñán, Ricardo López Mendoza, Guillermo Díaz Alvarado y Dalila Roque Ventura.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. Origen y evolución del maíz.....	11
2.2. Clasificación morfológica del maíz.....	12
2.3. Condiciones agroecológicas del cultivo.....	15
2.4. Etapas fenológicas del cultivo.....	22
2.5. Descripción del maíz cultivar ' Marginal 28 – T '.....	24
2.6. Reguladores de crecimiento en plantas.....	25
2.7. Características del bioestimulante Evergreen.....	27
2.8. Influencia de los ácidos húmicos sobre el metabolismo de las plantas.....	29
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Ubicación del campo experimental.....	30
3.2. Historia del campo experimental.....	30
3.3. Condiciones climáticas.....	30
3.4. Análisis físico – químico del suelo.....	31
3.5. Componentes en estudio.....	33
3.6. Tratamientos en estudio.....	33
3.7. Diseño experimental.....	34
3.8. Modelo aditivo lineal y análisis de variancia.....	34

3.9.	Características del campo experimental.....	35
3.10.	Ejecución del experimento.....	36
3.11.	Observaciones registradas y metodología.....	39
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1.	Del rendimiento en grano.....	41
4.2.	De los días a la floración masculina y femenina.....	45
4.3.	De la altura de planta y altura a la mazorca.....	48
4.4.	Del número de hileras por mazorca y número de granos por hilera.....	51
4.5.	De la longitud y diámetro de mazorca.....	55
4.6.	Del peso de 100 semillas.....	60
4.7.	Del análisis económico.....	63
V.	CONCLUSIONES.....	65
VI.	RECOMENDACIONES.....	67
VII.	RESUMEN.....	68
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	70
III.	ANEXO.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento.....	31
2. Análisis físico – químico del suelo.....	32
3. Tratamientos en estudio.....	33
4. Esquema del análisis de variancia.....	35
5. Resumen del análisis de variancia para el rendimiento en grano del maíz cv. `Marginal 28 – T´.....	41
6. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento en grano del maíz cv. `Marginal 28 – T´.....	42
7. Resumen del análisis de variancia para los días a la floración masculina y femenina del maíz cv. `Marginal 28 – T´.....	45
8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los días a la floración masculina y femenina del maíz cv. `Marginal 28 – T´.....	46
9. Resumen del análisis de variancia para altura de planta y altura a la mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T´.....	48
10. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para altura de planta y altura a la mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T´.....	49
11. Resumen del análisis de variancia para el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera del maíz cv. `Marginal 28 – T´.....	51

12. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	52
13. Resumen del análisis de variancia para longitud y diámetro de mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	55
14. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para longitud de mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	56
15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para diámetro de mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	58
16. Resumen del análisis de variancia para el peso de 100 semillas del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	60
17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el peso de 100 semillas del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	61
18. Costos de producción, ingreso bruto y relación beneficio/costo (B/C) de los tratamientos.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en el rendimiento en grano del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	44
2. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en los días a la floración masculina y femenina del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	47
3. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en altura de planta y altura a la mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	50
4. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en el número de hileras por mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	54
5. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en el número de granos por hilera del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	55
6. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en longitud de mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T`..	57

7.	Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en el diámetro de mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	59
8.	Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en el peso de 100 semillas del maíz cv. `Marginal 28 – T`.....	62

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), 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, vienen realizando estudios con el objetivo de incrementar los niveles de rendimiento y producción de nuevos híbridos y variedades con alto nivel productivo.

En el Perú, los rendimientos se han incrementado de manera notable durante los últimos cinco años. En la costa norte y sur se sobrepasan normalmente las cuatro toneladas por hectárea, pero en regiones como la selva y ceja de selva, aun se mantiene bajos niveles de productividad, que tienen como nivel máximo de producción dos toneladas por hectárea.

Una de las alternativas más viables para aumentar los rendimientos de los cultivos es el uso de bioestimulantes nutricionales de origen vegetal ya que promueven el crecimiento y desarrollo del cultivo, incrementando su calidad y rendimiento. Las aplicaciones deben estar de acuerdo a las dosis recomendadas bajo condiciones de Selva Alta Peruana. En base a esto se plantearon los siguientes objetivos:

1. Determinar la mejor dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en base al rendimiento en grano del maíz cv. 'Marginal 28 - T'.
2. Determinar la mejor relación beneficio costo en base al análisis económico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y evolución del maíz

La planta de maíz (*Zea mays* L.) es una planta nativa del continente americano. Fue considerada como la principal planta alimenticia de los indígenas, cuando Colón descubrió América; todavía en la actualidad es el cultivo más importante en México, América Central y países de América del Sur (Perú, Ecuador, Bolivia) (POEHLMAN, 1969).

Pero el origen del maíz ha sido discutido intensamente, y aún no se ha encontrado una explicación satisfactoria. Evidentemente se ha determinado que alrededor del maíz se desarrollaron grandes culturas como la india, la azteca, la chibcha, la maya y la inca. En especial la historia y el origen del maíz es de motivo de curiosidad científica al no encontrar antecesores a ésta planta, ni la forma y evolución de la misma, siendo muy curioso el alto grado de desarrollo del maíz, lo que sólo pudo ser posible con la intervención del hombre (LAFITTE, 1994).

Otras teorías afirman que 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 encontradas en éstas áreas (GONZALES, 2000).

2.2. Descripción morfológica del maíz

La planta de maíz 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 de azúcar, almidón, proteínas, aceites, vitaminas, etc., localizadas en el grano (MANRIQUE, 1986).

El maíz ha desarrollado tipos diferentes en su aspecto morfológico que una descripción detallada tendría que ser amplia (MILLÁN, 1995). Como resultado de la gran diversidad genética de la especie *Zea mays* L., los diversos órganos de la planta de este valioso cereal, así como de sus procesos fisiológicos, en una u otra forma, los afecta las variantes ecológicas existentes.

En cuanto al periodo vegetativo de los cultivares de maíz, se presenta una relación entre dicha característica y la altitud, factor a la vez, estrechamente asociado a las condiciones climáticas. A baja altitud de 0 - 600 msnm el ciclo vegetativo puede demorar entre 100 y 125 días, comparando con los 300 a 330 días que requiere en la zona alta que comprende más de 2500 msnm (TORREGROZA, 1998).

2.2.1. Raíz

La raíz primaria la que se desarrolla en la germinación de la semilla tiene corta duración. Todo el sistema radical de la planta adulta es adventicio, y en la mayoría de los cultivares, brota de la corona, un cuerpo cónico, con ápice hacia la parte inferior, formado por 6 a 10 entrenudos muy cortos. De la corona salen los vástagos borales como raíces principales, que da origen a muchas raicillas laterales cortas y finas (LAFFITE, 1994).

2.2.2. Tallo

El tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entre nudos, cuyo número y longitud varía considerablemente. La parte inferior y subterránea del tallo, tiene entrenudos muy cortos, de los cuales salen las raíces principales y los tallos o brotes laterales. En los entrenudos que siguen, en especial en plantas jóvenes, hay una zona de crecimiento activo situado en la parte inferior del entrenudo, de menos de 0.5 mm de ancho, en la cual se producen nuevos tejidos. Estos forman la zona de elongación, un anillo del entrenudo en que las células recién formadas se alargan, particularmente en sentido vertical; mide varios milímetros apenas, y es suave y caroso, siendo más fácil quebrar el tallo del maíz en esta zona (MILLAN, 1995; LEON, 1987).

2.2.3. Hojas

Las hojas del maíz, como la de otras gramíneas, están constituidas de vainas, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. En las plantas jóvenes cuando los entrenudos aun no se han alargado y son demasiados suaves, las vainas de las hojas se recubren una a otra y dan sostén a la planta. El entrenudo maduro por lo general, sobrepasa a la longitud de la vaina (COMAIZ, 1994).

2.2.4. Inflorescencia

El maíz es una especie monoica, es decir que en la misma planta hay flores pistiladas y estaminadas, en inflorescencias separadas. Esta característica ha facilitado mucho los trabajos de mejoramiento por hibridación,

pues es fácil remover las panojas y cubrir las mazorcas en la polinización artificial (MILLAN, 1995).

Por las características morfológicas de la planta y su alta tasa de alogamia, se trata de una especie que se adapta muy bien a la producción de semilla híbrida, lo que favorece la existencia de muchos genotipos diferentes, seleccionados por el hombre o por la propia naturaleza (ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERIA, 2002).

2.2.5. Biología floral

El polen madura poco antes de que salgan los estilos. Las flores estaminadas se abren por la acción de los ladículos que se agrandan al absorber agua, empujando hacia afuera a las glumas y lemas, lo que permite la salida de las anteras. En estos el polen sale por varios polos y la totalidad de grano que produce una panoja normal se estima en más de 20 millones. Las primeras flores en abrirse son las situadas arriba de la mitad del eje central de la panoja; luego se van abriendo hacia arriba y hacia abajo. En las ramas laterales las espiguillas situadas cerca del ápice son las que se abren primero. Los granos de polen caen sobre un área considerable y pueden alcanzar los estilos, en cuya parte superior hay prolongaciones muy finas que los detienen. Los granos de polen germinan rápido y luego baja por el pelo estilo hasta el ovario (COMAIZ, 1994; LEON, 1987).

2.2.6. Semilla

La semilla madura se compone esencialmente de dos partes: endospermo y el embrión. Los tejidos externos forman el pericarpio, compuesto

por varias capas celulares coloreadas y blancas, que en los maíces tropicales aparecen por lo común unos pocos colores básicos: blanco, diversos tonos amarillo, rojo o púrpura. Debajo del pericarpio esta la capa de aleurona, rica en proteína (MILLAN, 1995).

El endospermo forma el 85% del peso seco del grano y su totalidad determina la estructura y valor alimenticio de los diferentes maíces. El color del endospermo en los maíces tropicales puede ser blanco o amarillo; este último es de mayor valor nutritivo. Su valor principal como alimento, está en ser una magnífica fuente de energía; contiene además proteínas 8 a 9% del peso seco, aceite 3 a 4%, fibra 2% y ceniza 1% (LEON, 1987).

2.3. Condiciones agroecológicas del cultivo

2.3.1 Temperatura

El maíz puede variar su ciclo vegetativo dependiendo del clima y la variedad, puede desarrollarse dentro de un rango de 8 a 35°C (COMPANY, 1984). Exige un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas, dependiendo la temperatura óptima del estado de desarrollo (PARSONS, 1988), como por ejemplo:

	<u>Mínima</u>	<u>Óptima</u>	<u>Máxima</u>
Germinación	10°C	20 - 25°C	40°C
Crecimiento vegetativo	15°C	20 - 30°C	40°C
Floración	20°C	21 - 30°C	40°C

El maíz germina sin problema en la oscuridad, para su crecimiento requiere pleno sol, en cuanto a la floración, los mayores

rendimientos se obtienen con 11 a 14 horas de luz por día. El periodo de germinación a floración es muy variable con la temperatura y la humedad, en el periodo de floración a maduración cualquier cambio brusco de temperatura, o falta de disponibilidad de agua impiden el normal proceso metabólico de transformación de los fotosintatos y consecuentemente en un mal llenado de elementos de reserva en el grano (TORIBIO, 1995).

La floración es afectada por la temperatura; temperaturas superiores a 30°C tienden a provocar una inflorescencia masculina más temprana que la femenina. A pero bajo condiciones de temperaturas menores de 20°C, la inflorescencia femenina aparece más temprano que la masculina (LAFFITE, 1994).

2.3.2. 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 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 retienen 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 arenosos o guijarrosos y arcillo 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).

2.3.3. Agua

El maíz más que otros cultivos, es sensible tanto a la escasez como al exceso 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 (GONZALES, 2000). La falta de agua asociada a la producción de granos es importante en tres etapas de desarrollo de la planta: floración, fecundación y llenado de grano (COMPANY, 1984).

La precipitación pluvial debe ser superior a los 450 mm y que estén bien distribuidos durante el ciclo de desarrollo del cultivo. En términos generales, el maíz requiere 750 L de agua por kg de grano producido. De acuerdo con investigaciones realizadas, se ha encontrado que 400 a 450 mm son los requerimientos totales de agua para alcanzar rendimientos superiores a los 4000 kg.ha⁻¹ con los maíces comerciales (híbridos) (LAFFITE, 1994).

La máxima productividad de la planta de maíz se consigue cuando el cultivo dispone de agua y temperatura a la medida de las necesidades, considerándose riegos complementarios al momento de la preparación del terreno, después de la germinación, a la floración y a la maduración. Una forma muy práctica para determinar la aplicación de riego es la observación directa del suelo y el estado del cultivo (MANRIQUE, 1986).

En un trabajo de investigación realizado en Venezuela encontraron que los componentes de los rendimientos tales como peso del

grano, longitud, diámetro y peso de la mazorca fueron claramente mayores en los maíces de riego, que en los de seco. La mayor disponibilidad de agua en el maíz de riego, en el cual no se observaron los síntomas de sequía como en el de seco, parece ser la explicación más adecuada para la obtención de mazorcas más grandes.

Por otra parte, el número de hileras de grano por mazorca es mayor en los maíces de seco que en los de riego, y sin embargo el diámetro de la mazorca es mayor en estos últimos, esto quiere decir que hubo un menor desarrollo en las mazorcas del maíz seco. La explicación a este fenómeno podría ser que los maíces de seco estuvieron bien provistos de humedad durante el período de polinización y formación del grano, pero que sufrieron de deficiencia de humedad en el período de desarrollo y llenado de la mazorca; razón por la cual, mazorcas con un número mayor de hileras de granos, mal desarrollados, resultaron tener un diámetro menor que aquellas de menor número de hileras de granos, pero mejor desarrollados. La falta de correlación entre la época de aparición de los órganos de floración y los componentes del rendimiento, esto parece ser una indicación de que los componentes del rendimiento medidos son independientes de la época de floración, y como se ha visto anteriormente, dichos componentes están más bien íntimamente relacionados a factores ambientales como la disponibilidad de agua para la planta en el suelo. Cuando la longitud de la mazorca tiene efecto sobre el peso de ella, no tiene sobre el peso del grano por mazorca, lo cual es una indicación de que el componente longitud de la mazorca no afectó realmente el peso del grano. En cambio el diámetro de la mazorca se vio que solamente afectó el

peso de la mazorca en una parte, pero fue mayor su influencia sobre el peso del grano por mazorca.

Los mismos autores mencionan a GREEN (1964) quien indica que las únicas correlaciones altamente significativas que afectan el peso del grano por mazorca individual fueron el volumen de la mazorca y el diámetro de la misma, y no así la longitud de la mazorca. Además la longitud de la mazorca multiplicada por el diámetro de la mazorca no tiene efecto significativo sobre el rendimiento de la mazorca o sobre los rendimientos por unidad de superficie. Todo parece indicar que en la selección de variedades se debería preferir utilizar el componente diámetro de mazorca como una base de selección en lugar de la longitud de la mazorca (RAMÍREZ y ANDRADE, 1971).

2.3.4. 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 que fotoperiodos entre 11 a 15 horas 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).

El maíz requiere de alta luminosidad (luz incidente) para obtener altas producciones de grano, especialmente durante el periodo de llenado de grano (MILLÁN, 1995).

2.3.5. Necesidades nutricionales

El maíz, como todo cultivo requiere de suelos con profundidad adecuada y buena fertilidad para desarrollarse y producir de acuerdo a su potencial genético (ROVEDA, 2002). La tasa de absorción de nutrientes se eleva rápidamente en maíz y llega al máximo poco antes de la floración. Por eso es necesario incrementar y mantener el contenido de nutrientes en el suelo a través de una adecuada fertilización; previo a un análisis de suelos y a la extracción de nutrientes para un rendimiento dado. Todo esto para poder asegurar que los nutrientes se encuentren en forma disponible en el suelo y poder ser aprovechados por las plantas en el momento adecuado. Los rendimientos de maíz se han incrementado notablemente gracias al desarrollo de nuevos híbridos y al mejor entendimiento de los requerimientos nutricionales de estos. Para un rendimiento de 6 t.ha^{-1} de grano producido el cultivo necesita absorber 120 kg de K_2O , 120 kg de N y 50 kg de P_2O_5 (THE INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE, 2007).

Por lo que se refiere al nitrógeno requiere alrededor de 20 a 25 kg.ha^{-1} de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10 t.ha^{-1} de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg de N.ha^{-1} absorbidos por el cultivo. Esta cantidad sería la demanda de nitrógeno para este nivel de rendimiento. La oferta del lote (N en el suelo + N del fertilizante) debería satisfacer esa necesidad para mantener el sistema en equilibrio nutricional. Esta aproximación es lo que se conoce como criterio o modelo de balance. Sin embargo, la diferencia entre las cantidades de N en el suelo y las absorbidas por el cultivo son determinadas por las llamadas

eficiencias de absorción, que varían según se considere al N presente en el suelo a la siembra, al N mineralizado durante el cultivo y al N aportado como fertilizantes (MELGAR y TORRES, 2005). El nitrógeno es absorbido por el maíz desde justo antes de la floración hasta 25 o 30 días después de la misma; siendo en esta etapa cuando las necesidades de este macroelemento son máximas. En este cultivo, la producción y la calidad del grano depende del abonado en mayor medida (ROVEDA, 2002).

A diferencia de lo que ocurre con el nitrógeno, el fósforo (P) en el sistema suelo-planta es totalmente diferente al del nitrógeno. Desde el punto de vista del manejo nutricional, el principal aspecto a considerar es su baja movilidad en el suelo, lo hace principalmente por difusión, y la presencia de retención específica de los fosfatos en las arcillas, cuya magnitud depende de la cantidad y mineralogía de esta fracción. Por otro lado, el pH es un factor que impacta considerablemente sobre la disponibilidad de fósforo. La mayor disponibilidad ocurre con pH's entre 5.5 y 6.5, mientras que valores fuera de este rango su concertación en la solución del suelo se reduce significativamente (MELGAR y TORRES, 2005). El periodo de máxima necesidad de fósforo en el cultivo de maíz coincide con las máximas necesidades de nitrógeno (SANCHEZ *et al*, 1977).

Al mantener una adecuada cantidad de potasio en la planta de maíz, ésta soportará mejor el estrés ocasionado por factores tales como sequía, altas temperaturas, plagas, etc. Las plantas que tienen alto contenido de potasio, requieren menos agua para producir un rendimiento dado; en otras palabras, se puede obtener más rendimiento con solamente un pequeño

incremento en el suplemento de agua. Las respuestas del cultivo a la fertilización con potasio son a menudo más altas cuando el agua es deficiente o excesiva (THE INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE, 2007).

2.4. Etapas fenológicas del cultivo

2.4.1. Germinación y afianzamiento de plántulas

Corresponden a las primeras etapas críticas de la planta, que inicialmente cuenta con el aporte energético de la semilla (compuesto en un 90% por almidón), que le proporciona alimento hasta que sus raíces estén bien desarrolladas y tenga de 5 a 6 hojas para que la planta pueda elaborar su propio alimento. Este período comprende de 15 a 18 días después de la siembra (BUENA COSECHA, 2001).

La emergencia de plántulas es de 100% generalmente a los 5 días después de la siembra (dds), mientras que a los 12 dds se distingue la base de la cuarta hoja (QUIROZ y MARÍN, 2000).

2.4.2. Desarrollo vegetativo

Es una etapa crítica para el rendimiento pues existe una mayor incidencia de plagas y enfermedades y de síntomas de deficiencia de nutrientes, especialmente fósforo, potasio y zinc (BUENA COSECHA, 2001). Sin embargo la altura de planta no es un componente del rendimiento y no existe correlación positiva entre ellos (TANAKA y YAMAGUCHI, 1977). La aparición de cada lámina foliar ocurre en intervalos aproximados de 3 días, de manera que a los 50 dds se alcanza el máximo número de 16 hojas por planta.

A los 35 dds, cuando las plantas tienen entre 80 y 95 cm de altura, se observa un alargamiento bien definido de los entrenudos inferiores, con el afloramiento de raíces nodales que penetran el suelo y mejoran la estabilidad de la planta (QUIROZ y MARÍN, 2000).

2.4.3. Floración y fecundación

La planta ha alcanzado su altura definitiva y presenta la máxima actividad metabólica dedicada a emitir los órganos reproductivos con la posterior fecundación. En esta etapa es decisiva la gran necesidad de agua y nutrientes, especialmente nitrógeno (BUENA COSECHA, 2001).

En un trabajo de investigación realizado en Venezuela sobre asociación de cultivos se determinó que entre los 45 y 50 dds comenzó la fase de prefloración observándose la aparición de la "hoja bandera" en las plantas de maíz de todos los tratamientos en estudio. Las inflorescencias masculinas emergieron entre los 50 y 60 dds, las femeninas entre los 55 y 65 dds. (QUIROZ y MARÍN, 2000).

2.4.4. Desarrollo y maduración del grano

En esta etapa a los 75 días después de la floración femenina ya las mazorcas presentan granos lechosos. Luego, entre los 80 y 90 días después se considera que los granos se encuentran fisiológicamente maduros, procediéndose a doblar las plantas en esta última fecha (QUIROZ y MARÍN, 2000).

El número de granos por mazorca es el producto del número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera. Este último para una

variedad dada, es constante bajo una amplia variación de condiciones de cultivo, y está controlado genéticamente, además decrece con una disminución del espaciamiento y del nivel de nitrógeno (TANAKA y YAMAGUCHI, 1977).

2.4.6. Cosecha

La cosecha de maíz ocurre cuando el grano alcanza su madurez fisiológica (BUENA COSECHA, 2001).

2.5. Descripción del maíz cultivar `Marginal 28 – T`

El cultivar `Marginal 28 – T` es descrito por NARRO y SCHEULER (1984) de la siguiente manera:

a. Progenitores: Tres variedades del CIMMYT; `Ferre 7928`, `La maquina 7928` y `Across 7728`.

b. Características morfológicas:

- Semilla

Color : Amarillo rojizo

Peso de 100 granos : 35.40 g

Altura de planta : 2.00 a 2.20 m

Días a la floración : 56 – 78 días

- Comportamiento del cultivo

Rango de adaptación : Zona tropical y sub tropical del Perú (Costa y Selva)

- Características agronómicas :

Periodo vegetativo : 110 – 120 días

Época de siembra	:	Bajo Mayo y Huallaga Central (febrero); restingas de Selva (junio - agosto)
- Siembra		
Entre surcos	:	0.80 m
Entre golpes	:	0.50 m
Semilla	:	25 kg
- Aplicación de fertilizantes	:	50% emergencia, 50% de 30 a 40 días después
- Rendimiento	:	Experimental: 9 t.ha ⁻¹ Comercial: 6 t.ha ⁻¹

2.6. Reguladores de crecimiento en plantas

2.6.1. Auxinas

Las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de las células de tallos y coleóptilos (WEAVER, 1976). En algunos casos la auxina actúa como estimulante, en otros como inhibidora, y en un tercer grupo de casos actúa como un participante necesario en la actividad de crecimiento de otras fitohormonas (por ejemplo, cinetinas y giberelinas) (DEVLIN, 1982). Las auxinas y las citoquininas son indispensables para iniciar crecimiento en tallos y raíces, no siendo necesarias las aplicaciones externas porque las producciones endógenas rara vez son limitantes (SALISBURY y ROSS, 1994).

2.6.2. Giberelinas

Las giberelinas se sintetizan prácticamente en todas las partes de la planta, pero especialmente en las hojas jóvenes (JENSEN y SALISBURY, 1994 y SALISBURY y ROSS, 1994). Autores agregan que además se pueden encontrar grandes cantidades de giberelinas en los embriones, semillas y frutos. El efecto más sorprendente de asperjar plantas con giberelinas es la estimulación del crecimiento. Los tallos de las plantas asperjadas se vuelven generalmente mucho más largos que lo normal (WEAVER, 1976).

2.6.3. Citoquininas

Según JENSEN y SALISBURY (1994), los niveles de citoquininas son máximos en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas) y en las puntas de las raíces.

Los dos efectos sorprendentes 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 la 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. Características del bioestimulante Evergreen

Nombre comercial : Evergreen

a. Forma estructural:

Ácidos húmicos

Es formulado especialmente en suspensión con ácidos húmicos de alta calidad obtenidos de la leonardita, que es un eficaz acondicionador que incrementa la eficiencia del producto y de las mezclas con pesticidas.

Sustancias vegetales

Es un bioestimulante nutricional que contiene un complejo de 7 macroelementos y fitohormonas, 7 microelementos y 7 vitaminas obtenidas de extracto vegetal y que actúan como promotores del crecimiento y de la maduración de los cultivos tratados.

Además proporciona beneficios significativos, incrementando el desarrollo radicular, maximizando de esta manera la eficiencia de la absorción de nutrientes del suelo; obteniendo por ende un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo tratado (EXCELAG CROP, 2005).

b. Composición química:

Macroelementos y fitohormonas

Nitrógeno nítrico	7%
Fósforo asimilable (P ₂ O ₅)	7%
Potasio soluble (K ₂ O)	7%
Citoquinina	90 ppm
Giberelina	40 ppm
Auxina	40 ppm
Ácido húmico	12%

Microelementos

Boro	24%
Cobre	13%
Hierro EDTA	0.050%
Magnesio	0.036%
Manganeso EDTA	0.018%
Molibdeno	0.0003%
Zinc EDTA	0.0009%

Vitaminas

Colina	750 ppb
Tiamina	150 ppb
Niacina	90 ppb
Ácido pantoténico	12 ppb
Ácido fólico	1 ppb
Nicotinamida	2 ppb
Riboflavina	1.50 ppb

La dosis recomendada es de 1.50 L.ha⁻¹, fraccionado en 2 momentos de aplicación: 0.50 L.ha⁻¹, a la formación de 4 – 6 hojas verdaderas y 1.00 L.ha⁻¹, al inicio del macollamiento o a la formación de la hoja bandera (EXCELAG CORP, 2005).

2.8. 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 en maíz y efectos similares favorables han sido presentados por muchos otros 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, potasio, magnesio, sodio y cobre (ORLOV, 1985).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

El presente experimento se llevó a cabo en el Fundo Agrícola I de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en el km 1.5 de la margen derecha del río Huallaga, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco y Región Andrés Bello Cáceres; cuyas coordenadas en UTM son: E 18L 0390689, N 8967787 y una altitud media de 660 msnm. La fase experimental del trabajo tuvo una duración de 5 meses (junio a octubre del 2006).

3.2. Historia del campo experimental

2006	:	Ejecución del experimento
2005	:	Siembra de maíz
2004	:	Siembra de maíz
2003	:	Siembra de maíz – soya
2002	:	Siembra de maíz
2001	:	Siembra de yuca – maíz
2000	:	Siembra de frijol – maíz

3.3 Condiciones climáticas

Durante el presente trabajo de investigación los datos meteorológicos fueron tomados de la Estación Principal José Abelardo Quiñones (CP) Tingo

María de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento

Meses	Temperatura			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Horas de sol
	Max.	Min.	Med.			
Junio	29.30	19.90	24.60	84.00	148.30	176.70
Julio	30.40	18.90	24.65	81.00	88.76	218.90
Agosto	30.30	20.00	25.15	81.00	138.87	192.70
Setiembre	30.70	20.00	25.35	81.00	235.43	190.80
Octubre	30.30	21.00	25.65	83.00	423.56	149.00
Promedio	30.20	19.96	25.08	82.00	206.98	185.62

Fuente: Estación Principal (CP)-Tingo María de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

En el Cuadro 1, se observa que la temperatura media mensual durante el periodo de ejecución del experimento fluctuó de 24.60 a 25.65°C, valores que se encuentran dentro del rango para el desarrollo óptimo del maíz, correspondiendo al mes de Julio la temperatura mínima más baja con 18.90°C, y al mes de Setiembre la mayor temperatura máxima con 30.70°C. La precipitación promedio durante el ciclo vegetativo del cultivo fue de 206.98 mm, siendo los meses de setiembre y octubre los más lluviosos con 235.43 y 423.56 mm, respectivamente.

3.4. Análisis físico – químico del suelo

El análisis físico - químico del suelo fue realizado en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; para lo cual se tomaron

muestras de suelo hasta una profundidad de 20 cm con el método convencional de muestreo. Los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis físico - químico del suelo.

Parámetros	Contenidos	Método
Análisis físico		
Arena (%)	59%	Hidrómetro
Limo (%)	28%	Hidrómetro
Arcilla (%)	13%	Hidrómetro
Clase textural	Franco arenoso	Triangulo textural
Análisis químico		
pH	5.30	Potenciómetro
Materia orgánica	1.00%	Walkley y Black
Nitrógeno total	0.05%	%N= %M.O x 0.05
Fósforo disponible	10.00 ppm (P)	Olsen modificado
Potasio disponible	180 kg.ha ⁻¹ (K ₂ O)	Acido sulfúrico 6N
Carbonatos	0%	Gasovolumétrico
Aluminio e hidrógeno	1.30 meq.100 g ⁻¹	Yuan
Al +++	1.20 meq.100 g ⁻¹	Yuan
Ca	2.80 meq.100 g ⁻¹	Absorción atómica
Mg	1.20 meq.100 g ⁻¹	Absorción atómica
ClCe (meq.100 g ⁻¹)	5.30 meq.100 g ⁻¹	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

En el Cuadro 2, se observa que el experimento se ejecutó en un suelo de textura franco arenosa, con reacción fuertemente ácida, contenido de materia orgánica bajo, nitrógeno total bajo, fósforo y potasio disponible medio y bajo respectivamente.

3.5. Componentes en estudio

a. Dosis del bioestimulante Evergreen:

1.- 1.00 L.ha⁻¹

2.- 1.50 L.ha⁻¹

3.- 2.00 L.ha⁻¹

b. Fraccionamientos:

1.- 25 – 75%

2.- 50 – 50%

3.- 75 – 25%

c. Maíz amarillo duro `Marginal 28 -T`

3.6. Tratamientos en estudio

Cuadro 3. Tratamientos en estudio

Clave	Dosis (L.ha ⁻¹)	Fraccionamientos (%)	
		1/	2/
T ₁	1.00	25	75
T ₂	1.00	50	50
T ₃	1.00	75	25
T ₄	1.50	25	75
T ₅	1.50	50	50
T ₆	1.50	75	25
T ₇	2.00	25	75
T ₈	2.00	50	50
T ₉	2.00	75	25
T ₁₀		Testigo con fertilización	
T ₁₁		Testigo absoluto	

^{1/}: Primera aplicación a las 4 - 6 hojas verdaderas.

^{2/}: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera.

3.7. Diseño experimental

El presente experimento fue conducido en un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA), con once tratamientos y tres repeticiones. Para La comparación de medias se utilizó la Prueba de Significación de Duncan ($\alpha = 0.05$).

3.8. Modelo aditivo lineal y análisis de variancia

3.8.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta obtenida de la i - ésima dosis de aplicación en el j - ésimo bloque o repetición.

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto de la i -ésima dosis de aplicación.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

ε_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación Y_{ij} .

Para:

i = 1,2,...,11 tratamientos.

j = 1, 2, 3 repeticiones o bloques.

3.8.2. Análisis de variancia

Cuadro 4. Esquema del análisis de variancia

Fuente de variación	Grados de Libertad
Bloques	2
Tratamientos	10
Error experimental	20
Total	32

3.9. Características del campo experimental

Dimensiones del campo experimental

- Largo 35.20 m
- Ancho 19.80 m
- Área total del experimento 696.96 m²

Bloques

- Número de bloques 3
- Largo de bloque 35.20 m
- Ancho de bloque 5.00 m
- Área de bloque 176.00 m²
- Área total de bloques 528.00 m²
- Ancho entre bloques 1.20 m

Parcelas

- Número de parcelas por bloque 11
- Número total de parcelas 33

- Largo de parcela	5.00 m
- Ancho de parcela	3.20 m
- Área de parcela	16.00 m ²
- Área neta a evaluar	4.80 m ²

Características de las hileras y golpes

- Número de hileras por parcela	4
- Distanciamiento entre hileras	0.80 m
- Distanciamiento ente golpes	0.50 m
- Número de golpes por hilera	10
- Número de golpes por parcela	40
- Número de golpes por parcela neta	12
- Número de plantas por golpe	2

3.10. Ejecución del experimento

3.10.1. Obtención de semillas

Las semillas maíz del cv. 'Marginal 28 – T' en el presente experimento se adquirió directamente de la empresa productora de semilla certificada Hortus S.A.

3.10.2. Preparación del terreno

Con el tractor del FUNAS – I se realizó el arado y rastra del terreno. Asimismo se hizo la construcción del sistema del drenaje del campo experimental para la época de mayor precipitación que se esperaba.

3.10.3. Demarcación del terreno

La demarcación y alineación del terreno se realizó de acuerdo al croquis del campo experimental (Anexo, Figura 9).

3.10.4. Muestreo de suelo

Se sacaron 06 submuestras del área experimental a una profundidad de 20 cm, utilizando para ello un muestreador de suelo; después del secado bajo sombra se pesó una muestra de 1 kg que se llevó al Laboratorio de Suelos de la UNAS, para su análisis físico y químico.

3.10.5. Siembra

La siembra se realizó el 06 de Junio del 2006, con un distanciamiento de 0.80 m entre hileras y 0.50 m entre plantas. Se utilizó 25 kg.ha⁻¹ de semilla, sembrándose 4 semillas por golpe, para dejar 2 plantas antes del aporque.

3.10.6. Control de malezas

Esta práctica se realizó en forma manual a los 15 días después de la siembra y a los 30 días después del primer deshierbo. Se complementó con el aporque de las plantas.

3.10.7. Control de plagas y enfermedades

En la etapa de emergencia de las plántulas se observó un ataque considerable de "gusanos de tierra" (*Feltia* sp., *Agrotis* sp.), controlándose mediante espolvoreos con Diazinon (Gusadrin), dirigido al cuello

de las plántulas. Posteriormente se detectó el ataque de “cogollero” (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) y se aplicó Metamidophos (Tamarón) a una dosis de 500cc/200L de agua, dirigido al punto de crecimiento de la planta.

3.10.8. Fertilización

Se realizó la fertilización a todos los tratamientos a excepción del tratamiento T₁₁ (tratamiento absoluto) con la fórmula 202 – 95 – 56 de N, P₂O₅, K₂O, a los 7 días de la siembra (P + ½ K), a los 12 días de la emergencia (½ K + ½ N) y a los 45 días después de la emergencia (½ N). La aplicación de los fertilizantes fue manual en hoyos a una distancia de 8 a 10 cm de la base de las plántulas; se usó como fuente de nitrógeno la urea, de fósforo el superfosfato triple de calcio (P₂O₅) y de potasio el cloruro de potasio (K₂O). Los cálculos se realizaron de acuerdo al análisis del suelo y a la extracción de nutrientes del cultivo para un rendimiento en grano de 5 t.ha⁻¹ (100 – 42 – 100 de N, P₂O₅, K₂O).

3.10.9. Preparación de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen

La preparación de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante se realizó de acuerdo a los tratamientos en estudio; cuya descripción se muestra en el Cuadro 3.

3.10.10. Aplicación del bioestimulante Evergreen

La aplicación de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante se realizó con una mochila Jacto de 18 L de capacidad y con una boquilla tipo

abanico. La aplicación fue dirigida al punto de crecimiento (cogollo), en dos etapas fenológicas (4 - 6 hojas verdaderas y a la formación de la hoja bandera).

3.10.11. Cosecha

Esta labor se realizó manualmente a los 130 días después de la siembra y se cosecharon 12 mazorcas por parcela neta; luego se secó en la era del FUNAS-1 por espacio de 5 días. Después del despanojado se secaron nuevamente hasta un 14% de humedad detectado por el determinador eléctrico del Laboratorio de Semillas, posteriormente se desgranó y se pesaron en balanzas de precisión (kg).

3.11. Observaciones registradas y metodología

3.11.1. Días a la floración masculina

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento en el cual el 50% de las plantas del área experimental emitieron panoja (inflorescencia masculina).

3.11.2. Días a la floración femenina

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento en el cual el 50% de las plantas del área experimental emitieron estigmas (inflorescencia femenina).

3.11.3. Altura de planta

Se midió la distancia desde el ras del suelo hasta la base de la espiga, utilizando para ello una cinta métrica graduada en mm.

3.11.4. Altura a la mazorca

En cada parcela se tomaron 12 plantas, midiéndose la distancia desde el ras del suelo hasta el nudo donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca superior.

3.11.5. Longitud y diámetro de mazorca

Se seleccionaron 10 mazorcas al azar dentro de cada parcela neta para determinar estos caracteres, haciendo uso de una regla milimetrada y un vernier digital respectivamente.

3.11.6. Número de hileras por mazorca

Éste carácter se determinó en las diez mazorcas seleccionadas, para lo cual se contabilizarón el número de hileras, empezando de la parte central de la mazorca.

3.11.7. Número de granos por hilera

De las diez mazorcas se contabilizó el número de granos en cinco hileras seleccionadas al azar.

3.11.8. Rendimiento

El rendimiento de cada tratamiento se obtuvo de su parcela neta. En gabinete se ajustaron los datos de rendimiento a $t \cdot ha^{-1}$ para los análisis estadísticos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Del rendimiento en grano

Cuadro 5. Resumen del análisis de variancia para el rendimiento en grano del maíz cv. 'Marginal 28 -T'.

F.V.	G.L.	C.M.	Significación
Bloques	2	0.16	NS
Tratamientos	10	2.35	AS
Error	20	0.60	
Total	32		
C.V.		15.17%	

NS : No significativo

AS : Altamente significativo

En el Cuadro 5 se observa que:

- Para el efecto de bloques no existe significación estadística, indicándonos que el campo experimental fue homogéneo.
- Existe diferencias estadísticas altamente significativas en el rendimiento para la fuente de tratamientos.
- El coeficiente de variabilidad 15.17%, está dentro de los límites aceptables para trabajos de investigación en campo.

Cuadro 6. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento en grano del maíz cv. 'Marginal 28 -T'.

Clave	Dosis (L.ha ⁻¹)	Fraccionamiento (%)		Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Significación
		1/	2/		
T ₄	1.50	25	75	5.62	a
T ₈	2.00	50	50	5.55	a
T ₅	1.50	50	50	5.50	a
T ₇	2.00	25	75	5.47	a
T ₉	2.00	75	25	5.42	a
T ₆	1.50	75	25	5.38	a
T ₃	1.00	75	25	5.35	a
T ₂	1.00	50	50	5.25	a
T ₁	1.00	25	75	5.22	a
T ₁₀	Testigo con fertilización			4.90	a
T ₁₁	Testigo absoluto			2.50	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

1/: Primera aplicación a las 4 - 6 hojas verdaderas.

2/: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera.

- La prueba de comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$), en el Cuadro 6, nos muestra que todos los tratamientos en estudio superaron estadísticamente al tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto), no existiendo diferencias estadísticas significativas entre ellos. La falta de significación estadística entre tratamientos a excepción del tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) puede deberse al efecto de los fertilizantes sintéticos aplicados al cultivo; pues el tratamiento T₁₀ (testigo con fertilización) produjo rendimientos sin diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos con aplicaciones del bioestimulante Evergreen en sus diferentes dosis y fraccionamiento. Esto es obvio por cuanto el suelo es de bajo contenido de nitrógeno disponible (48 kg de N por hectárea), bajo contenido de potasio disponible (180 kg K₂O.ha⁻¹) y medio en fósforo disponible

(73.28 kg de P_2O_5 .ha⁻¹) tal como lo muestra el Cuadro 2, por lo que al ser aplicado al suelo los fertilizantes inorgánicos bajo la fórmula de fertilización 200-80-60 de N, P_2O_5 , K_2O respectivamente, proporcionaron los elementos nutritivos en cantidades suficientes como para elevar los rendimientos de 2.50 t.ha⁻¹ a 4.90 t.ha⁻¹. Mientras que los rendimientos obtenidos con el bioestimulante Evergreen osciló entre 5.22 t.ha⁻¹ a 5.62 t.ha⁻¹; obteniéndose de esta manera un incremento en rendimiento de 49 a 56% en comparación con el tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto).

- Sin embargo se puede observar un efecto positivo del Evergreen en el rendimiento en grano (Cuadro 6, Figura 1), pues los rendimientos de los tratamientos con aplicaciones del bioestimulante Evergreen en sus diferentes dosis y fraccionamiento superaron aritméticamente al tratamiento T₁₀ (Testigo con fertilización). Esto puede deberse al efecto de los componentes del bioestimulante que aportan un 7% de N-nítrico, 7% de fósforo asimilable y 7% de potasio soluble, además de fitohormonas, microelementos y vitaminas (EXCELAG CORP, 2005), y que generaron un mejor metabolismo de la planta contribuyendo a un crecimiento y desarrollo óptimo, siendo las auxinas y las giberelinas las que más 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).

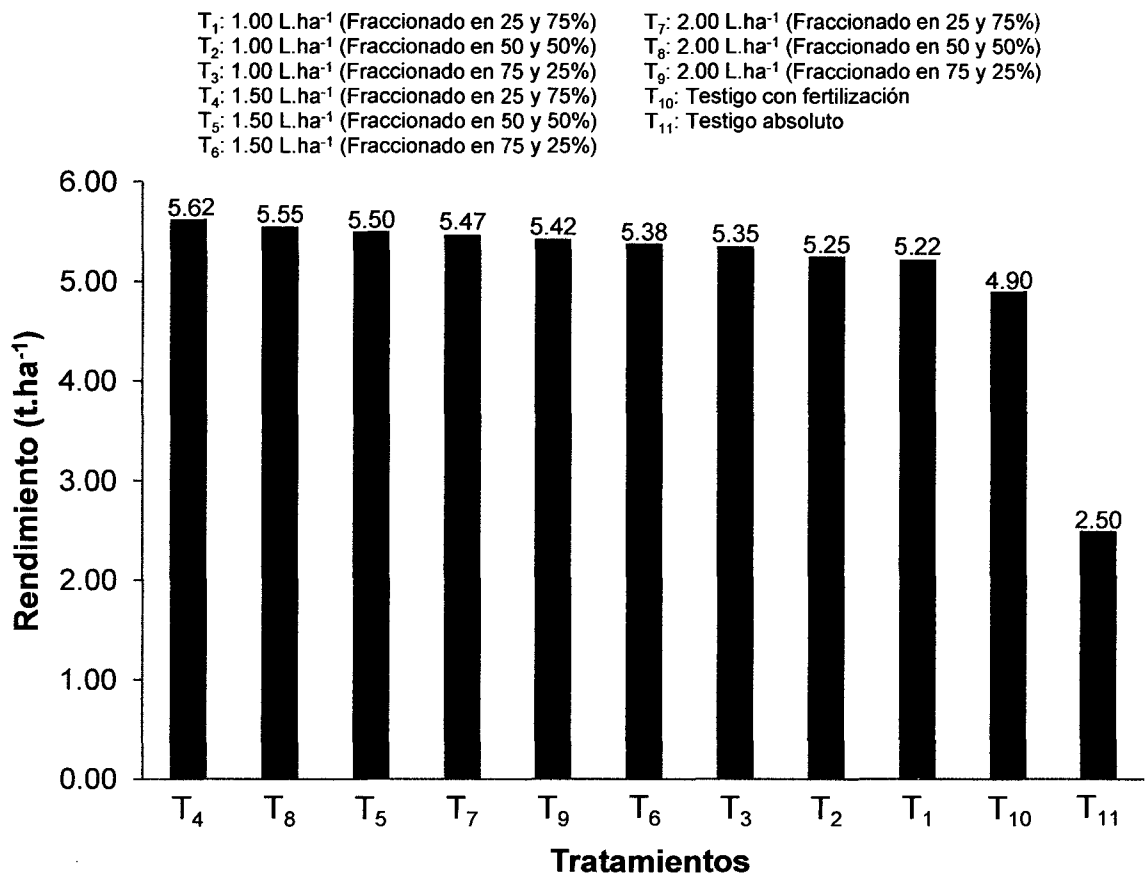


Figura 1. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en el rendimiento en grano del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

4.2. De los días a la floración masculina y femenina

Cuadro 7. Resumen del análisis de variancia para los días a la floración masculina y femenina del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

F.V.	G.L.	Floración masculina		Floración femenina	
		C.M.	Significación	C.M.	Significación
Bloques	2	0.85	NS	0.36	NS
Tratamientos	10	1.16	AS	1.36	AS
Error	20	0.25		0.26	
Total	32				
C.V.		0.92%		0.90%	

NS : No significativo

AS : Altamente significativo

Del Cuadro 7 se observa que:

- Para el efecto de bloques no existe significación estadística al 1% de probabilidad tanto para los días a la floración masculina como para días a la floración femenina.
- Para el efecto de tratamientos existe significación estadística al 1% de probabilidad para el carácter en estudio.
- El coeficiente de variabilidad 0.92 y 0.90%, nos indica que existe homogeneidad de los resultados experimentales.

Cuadro 8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los días a la floración masculina y femenina del maíz cv. 'Marginal 28 - T'.

Clave	Dosis (L.ha ⁻¹)	Fraccionamiento (%)		Días a la floración masculina		Días a la floración femenina		
		1/	2/	Prom.	Sig.	Prom.	Sig.	
T ₁₁	Testigo absoluto				55.33	a	59.67	a
T ₁₀	Testigo con fertilización				54.67	ab	59.00	ab
T ₁	1.00	25	75	54.67	ab	58.67	bc	
T ₂	1.00	50	50	54.33	bc	58.67	bc	
T ₇	2.00	25	75	54.33	bc	58.67	bc	
T ₄	1.50	25	75	54.33	bc	58.33	bcd	
T ₃	1.00	75	25	54.00	bcd	58.33	bcd	
T ₅	1.50	50	50	53.67	cd	58.00	cde	
T ₉	2.00	75	25	53.67	cd	57.67	de	
T ₈	2.00	50	50	53.33	d	57.67	de	
T ₆	1.50	75	25	53.33	d	57.33	e	

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

1/: Primera aplicación a las 4 - 6 hojas verdaderas.

2/: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera.

En el Cuadro 8 y Figura 2 se observa que:

- En relación al número de días al 50% de floración masculina, el tratamiento T₁₁ (testigo absoluto) fue el más tardío con 55.33 días, no diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T₁₀ (testigo con fertilización), T₁ (1.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%); pero sí de los demás tratamientos en estudio; siendo los primeros en emitir la flor masculina los tratamientos T₆ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%), T₈ (2.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 50 y 50%) con 53.33 días cada uno.

- En relación al número de días al 50% de floración femenina, también el tratamiento T₁₁ (testigo absoluto) quien fue el más tardío con 59.67 días, no diferenciándose estadísticamente del tratamiento T₁₀ (testigo con fertilización); pero si de los demás tratamientos en estudio; siendo el primero en emitir la flor femenina el tratamiento T₆ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%) con 57.33 días.

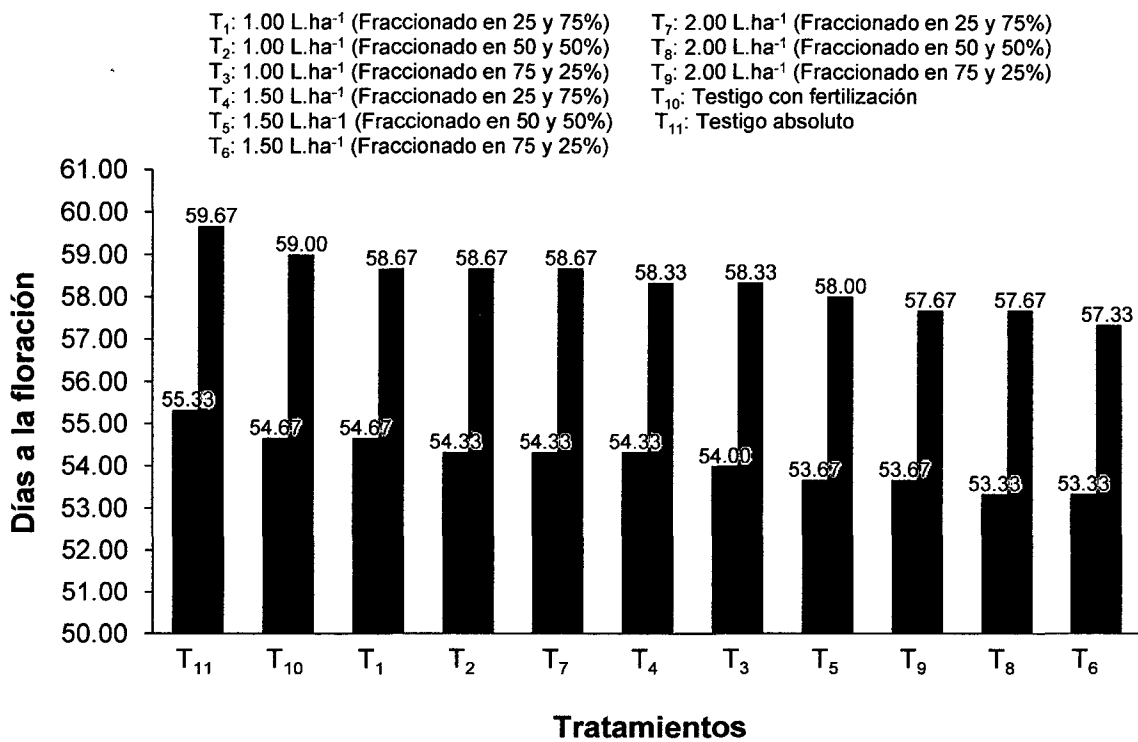


Figura 2. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en los días a la floración masculina y femenina del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

- Las diferencias estadísticas entre los tratamientos con respecto a los días a la floración masculina y femenina se pueden atribuir principalmente al efecto del bioestimulante en sus mayores dosis; por lo que los tratamientos T₆ (1.50

L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%), T₈ (2.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 50 y 50%) y T₉ (2.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%), han sido favorecidos por una mayor dosis en la primera etapa de aplicación, proporcionando de esta manera un mejor crecimiento y desarrollo vegetativo y por ende un adelanto de la floración masculina y femenina. Este efecto puede deberse al equilibrio de las fitohormonas que permite regular las funciones metabólicas de la planta y con ello sincronizar adecuadamente las actividades reproductivas propias de la planta (SALISBURY y ROSS, 1994).

4.3. De la altura de planta y altura a la mazorca

Cuadro 9. Resumen del análisis de variancia para altura de planta y altura a la mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 -T'.

F.V.	G.L.	Altura de planta (m)		Altura a la mazorca (m)	
		C.M.	Significación	C.M.	Significación
Bloques	2	0.01	NS	0.02	AS
Tratamientos	10	0.02	AS	0.01	AS
Error	20	0.01		0.00	
Total	32				
C.V.		3.58%		2.84%	

NS : No significativo

AS : Altamente significativo

En el Cuadro 9 se observa que:

- Para el efecto de bloques no existe significación estadística al 1% de probabilidad para altura de planta. Existiendo diferencias estadísticas altamente significativas entre bloques para el carácter de altura a la mazorca.

- Existe efectos altamente significativos para el carácter de altura de planta y altura a la mazorca
- El coeficiente de variabilidad 3.58 y 2.84% están dentro de los límites para trabajos de campo.

Cuadro 10. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para altura de planta y altura a la mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 -T'.

Clave	Dosis (L.ha ⁻¹)	Fraccionamiento (%)		Altura de planta (m)		Altura a la mazorca (m)	
		1/	2/	Prom.	Signific.	Prom.	Signific.
T ₈	2.00	50	50	2.57	a	1.37	a
T ₉	2.00	75	25	2.56	a	1.33	ab
T ₆	1.50	75	25	2.54	ab	1.31	bc
T ₇	2.00	25	75	2.54	ab	1.30	bc
T ₅	1.50	50	50	2.51	ab	1.29	bc
T ₄	1.50	25	75	2.49	ab	1.28	bc
T ₂	1.00	50	50	2.48	ab	1.28	bc
T ₃	1.00	75	25	2.42	abc	1.28	bc
T ₁	1.00	25	75	2.39	bc	1.25	cd
T ₁₀	Testigo con fertilización			2.38	bc	1.24	cd
T ₁₁	Testigo absoluto			2.30	c	1.20	d

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

^{1/}: Primera aplicación a las 4 - 6 hojas verdaderas.

^{2/}: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera.

En el Cuadro 10, y Figura 3 se observa que:

- Con respecto a altura de planta, el tratamiento T₈ (2.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 50 y 50%); ocupó el primer lugar con 2.57 m, no diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T₉ (2.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%), T₆ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%), T₇ (2.00

L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%), T₅ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 50 y 50%), T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%), T₂ (1.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 50 y 50%) y T₃ (1.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%); pero sí diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T₁ (1.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%), T₁₀ (Testigo con fertilización) y T₁₁ (Testigo absoluto).

- Con respecto a altura a la mazorca, también el tratamiento T₈ (2.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 50 y 50%) ocupó el primer lugar con 1.37 m, no diferenciándose estadísticamente del tratamiento T₉ (2.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%), pero sí de los demás tratamientos en estudio.

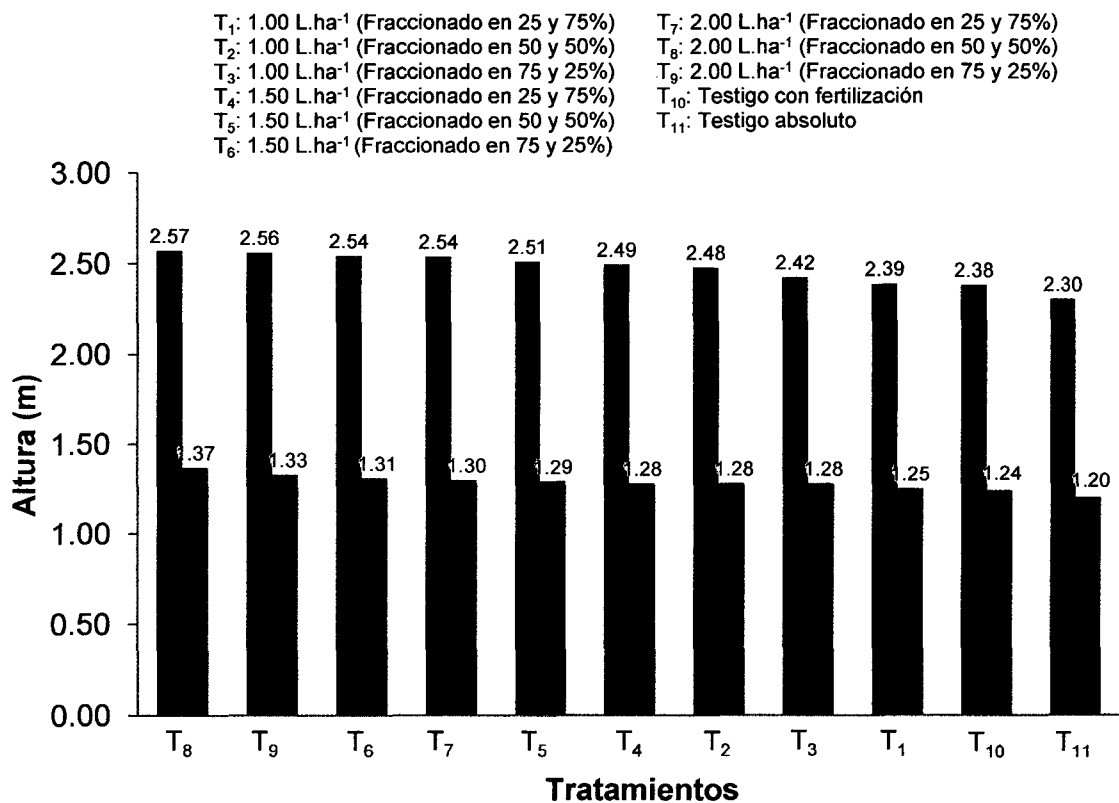


Figura 3. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en altura de planta y altura a la mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 - T'.

- Tanto para altura de planta y altura a la mazorca las diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio; se puede atribuir principalmente a la mejor acción del bioestimulante que proporciona en sus mayores dosis y fraccionamiento una mayor cantidad de fitohormonas que estimularon un mayor crecimiento y desarrollo vegetativo en la planta, destacándose principalmente las auxinas que son hormonas vegetales indispensables para estimular el crecimiento en tallos y raíces (SALISBURY y ROSS, 1994). Sin embargo, estas características no tienen correlación positiva con el rendimiento en grano (TANAKA y YAMAGUCHI, 1977).

4.4. Del número de hileras por mazorca y número de granos por hilera

Cuadro 11. Resumen del análisis de variancia para el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

F.V.	G.L.	Número de hileras por mazorca		Número de granos por hilera	
		C.M.	Significación	C.M.	Significación
Bloques	2	0.22	NS	5.16	NS
Tratamientos	10	0.49	NS	7.30	S
Error	20	0.24		2.67	
Total	32				
C.V.		3.66%		4.79%	

NS : No significativo

S : Significativo

Del Cuadro 11 se deduce que:

- Para el efecto de bloques no existe diferencias estadísticas significativas indicándonos que el terreno experimental fue homogéneo.

- Para el efecto de tratamientos en estudio, no existe significación estadística para el número de hileras por mazorca, mientras que para el número de granos por hilera existió significación estadística al 5% de probabilidad.
- Los coeficientes de variabilidad 3.66 y 4.79% nos indican una muy buena homogeneidad en los resultados experimentales.

Cuadro 12. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera del maíz cv. 'Marginal 28 -T'.

Clave	Dosis (L.ha ⁻¹)	Fraccionamiento (%)		Número de hileras por mazorca		Número de granos por hilera	
		1/	2/	Prom.	Signific.	Prom.	Signific.
T ₄	1.50	25	75	13.83	a	35.60	a
T ₈	2.00	50	50	13.70	ab	35.43	a
T ₅	1.50	50	50	13.60	ab	35.23	a
T ₇	2.00	25	75	13.47	abc	34.87	a
T ₉	2.00	75	25	13.43	abc	34.77	a
T ₆	1.50	75	25	13.27	abc	34.43	a
T ₃	1.00	75	25	13.10	abc	34.20	a
T ₂	1.00	50	50	13.03	abc	34.00	a
T ₁	1.00	25	75	12.90	abc	33.87	a
T ₁₀	Testigo con fertilización			12.83	bc	33.23	a
T ₁₁	Testigo absoluto			12.53	c	29.97	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

^{1/}: Primera aplicación a las 4 - 6 hojas verdaderas.

^{2/}: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera.

En el Cuadro 12, Figura 4 y Figura 5 se observa que:

- Con respecto al número de hileras por mazorca, el tratamiento T_4 (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%), ocupó el primer lugar con 13.83 hileras no diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, excepto de los tratamientos T_{10} (Testigo con fertilización) y T_{11} (Testigo absoluto).
- Con respecto al número de granos por hilera, también el tratamiento T_4 (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%), ocupó el primer lugar con 35.60 granos, no diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, excepto del tratamiento T_{11} (Testigo absoluto).
- En lo que respecta, al número de hileras por mazorca la Prueba de F no detecta diferencias significativas al 5% de probabilidad para el efecto de tratamientos. Por tanto la Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$), no encuentra diferencias significativas entre los tratamientos con aplicaciones del bioestimulante Evergreen. Sin embargo el tratamiento T_4 (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%), se diferenció significativamente de los tratamientos T_{10} (Testigo con fertilización) y T_{11} (Testigo absoluto). Las mazorcas obtenidas por el efecto del bioestimulante presentaron un mejor desarrollo y conformación.
- En lo que respecta al número de granos por hilera la Prueba de F detecta diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad para el efecto de tratamientos. Sin embargo la Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$), no encuentra diferencias significativas entre el tratamiento T_{10} (Testigo con fertilización) y los tratamientos con aplicaciones del bioestimulante Evergreen; pero todos estos se diferenciaron significativamente del tratamiento T_{11} (Testigo absoluto). Esto evidencia el efecto de la aplicación de los fertilizantes en los tratamientos

evaluados. Sin embargo los tratamientos con Evergreen superaron aritméticamente al Tratamiento T₁₀ (Testigo con fertilización). Posiblemente este fenómeno se debe a que los componentes del bioestimulante actuaron positivamente durante la etapa reproductiva de la planta específicamente en el período de polinización y formación del grano. El bajo número de granos por hilera obtenido por las mazorcas del tratamiento T₁₁ (Tratamiento testigo); es consecuencia directa a la baja fertilidad del suelo principalmente al bajo contenido de nitrógeno disponible, lo que repercutió directamente en un deficiente llenado de granos (TANAKA y YAMAGUCHI, 1977).

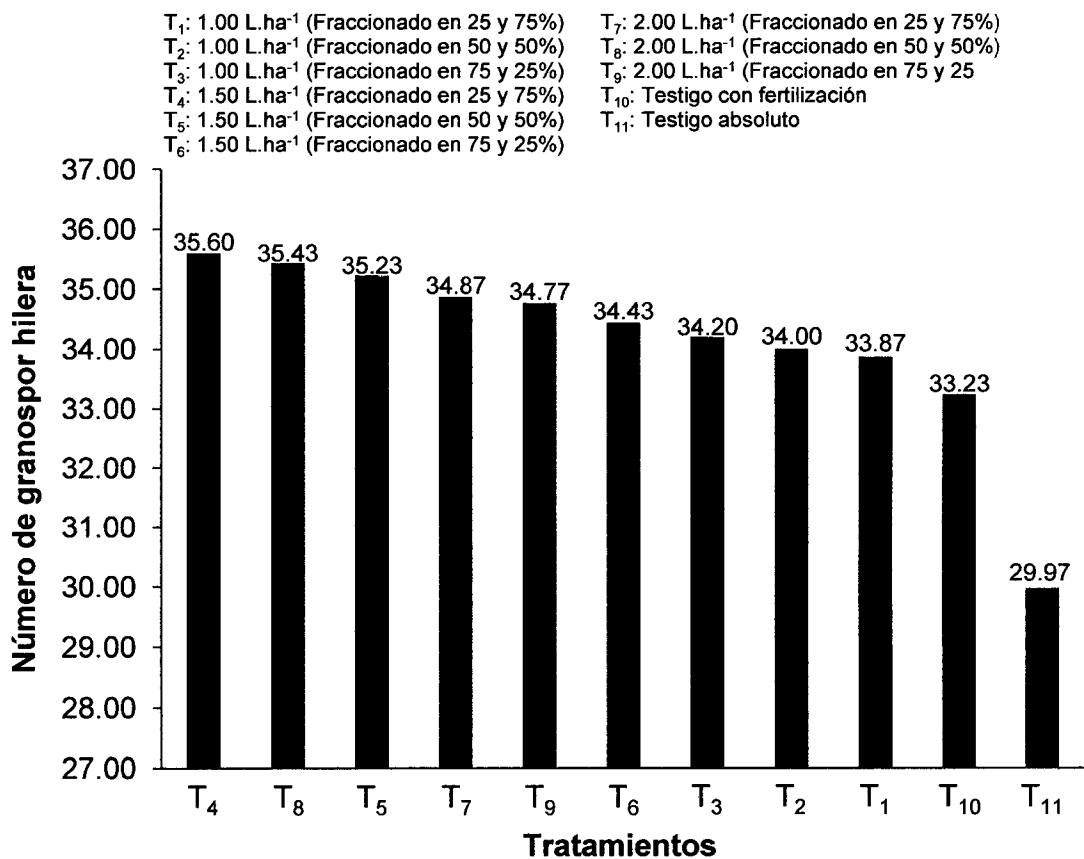


Figura 4. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en el número de hileras por mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

Del Cuadro 13 se deduce que:

- Para el efecto de bloques no existe significación estadística ni en longitud de mazorca ni en diámetro de mazorca.
- Existe diferencias significativas al 5% de probabilidad en longitud de mazorca pero no en el diámetro de las mismas.
- El coeficiente de variabilidad 3.56 y 4.65% están dentro de los límites de los trabajos de campo.

Cuadro 14. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para longitud de mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 -T'.

Clave	Dosis (L.ha ⁻¹)	Fraccionamiento (%)		Longitud de mazorca (cm)	
		1/	2/	Promedio	Significación
T ₄	1.50	25	75	19.37	a
T ₈	2.00	50	50	19.20	a
T ₇	2.00	25	75	19.15	a
T ₅	1.50	50	50	19.10	a
T ₆	1.50	75	25	19.05	a
T ₉	2.00	75	25	19.02	a
T ₃	1.00	75	25	18.92	a
T ₂	1.00	50	50	18.87	a
T ₁	1.00	25	75	18.75	a
T ₁₀	Testigo con fertilización			18.23	a
T ₁₁	Testigo absoluto			17.07	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

En el Cuadro 14 y Figura 6 se observa que:

Con respecto a longitud de mazorca, la prueba de comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$), no encuentra diferencias significativas entre el

tratamiento T₁₀ (Testigo con fertilización) y los tratamientos con aplicaciones del bioestimulante Evergreen en sus diferentes dosis y fraccionamiento; pero todos estos superaron estadísticamente al tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto). En donde el tratamiento T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%) ocupó el primer lugar aritmético con 19.37 cm. Las diferencias significativas al 5% de probabilidad entre tratamientos (Cuadro 14); se pueden atribuir al efecto del bioestimulante y a la fertilización; reflejándose en una tendencia a incremento de rendimiento; esto debido a un mejor desarrollo metabólico de la planta y una mayor síntesis de fotosintatos que favorecen un mayor crecimiento de la mazorca y por ende un mayor número de granos por hilera.

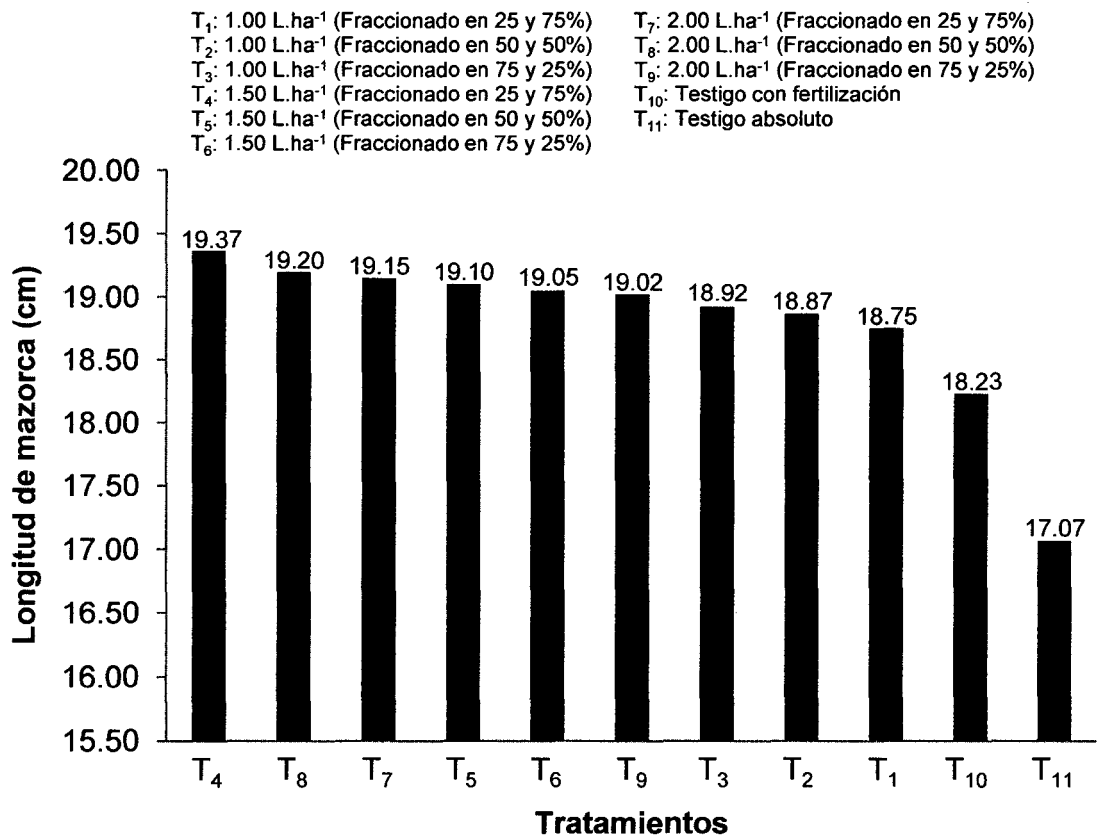


Figura 6. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en longitud de mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

Cuadro 15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para diámetro de mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

Clave	Dosis (L.ha ⁻¹)	Fraccionamiento (%)		Diámetro de mazorca (cm)	
		1/	2/	Promedio	Significación
T ₄	1.50	25	75	4.88	a
T ₈	2.00	50	50	4.86	a
T ₅	1.50	50	50	4.82	ab
T ₉	2.00	75	25	4.79	ab
T ₇	2.00	25	75	4.77	ab
T ₆	1.50	75	25	4.76	ab
T ₃	1.00	75	25	4.75	ab
T ₂	1.00	50	50	4.72	ab
T ₁	1.00	25	75	4.70	ab
T ₁₀	Testigo con fertilización			4.65	ab
T ₁₁	Testigo absoluto			4.42	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

1/: Primera aplicación a las 4 - 6 hojas verdaderas.

2/: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera.

En el Cuadro 15 y Figura 7 se observa que:

- En el carácter diámetro de mazorca, la prueba de comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$) no detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos con aplicación del bioestimulante Evergreen y el tratamiento T₁₀ (Testigo con fertilización). Sin embargo los tratamientos T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%) y T₈ (2.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 50 y 50%) ocuparon los primeros lugares con 4.88 y 4.86 cm respectivamente, diferenciándose estadísticamente del tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto).

La falta de significación del carácter diámetro de mazorca se puede atribuir al efecto del número de hileras por mazorca que si bien la prueba de F no registra

diferencias significativas (Cuadro 13), pero que sí lo hace la Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) (Cuadro 15). Esto se debe posiblemente a lo manifestado por (RAMÍREZ y ANDRADE, 1971), quienes indican que el grado de desarrollo de las hileras de grano del cultivo, van a determinar directamente el diámetro de las mazorcas, siendo indispensable el contenido de humedad en el suelo durante el período de polinización, formación del grano, desarrollo y llenado de la mazorca.

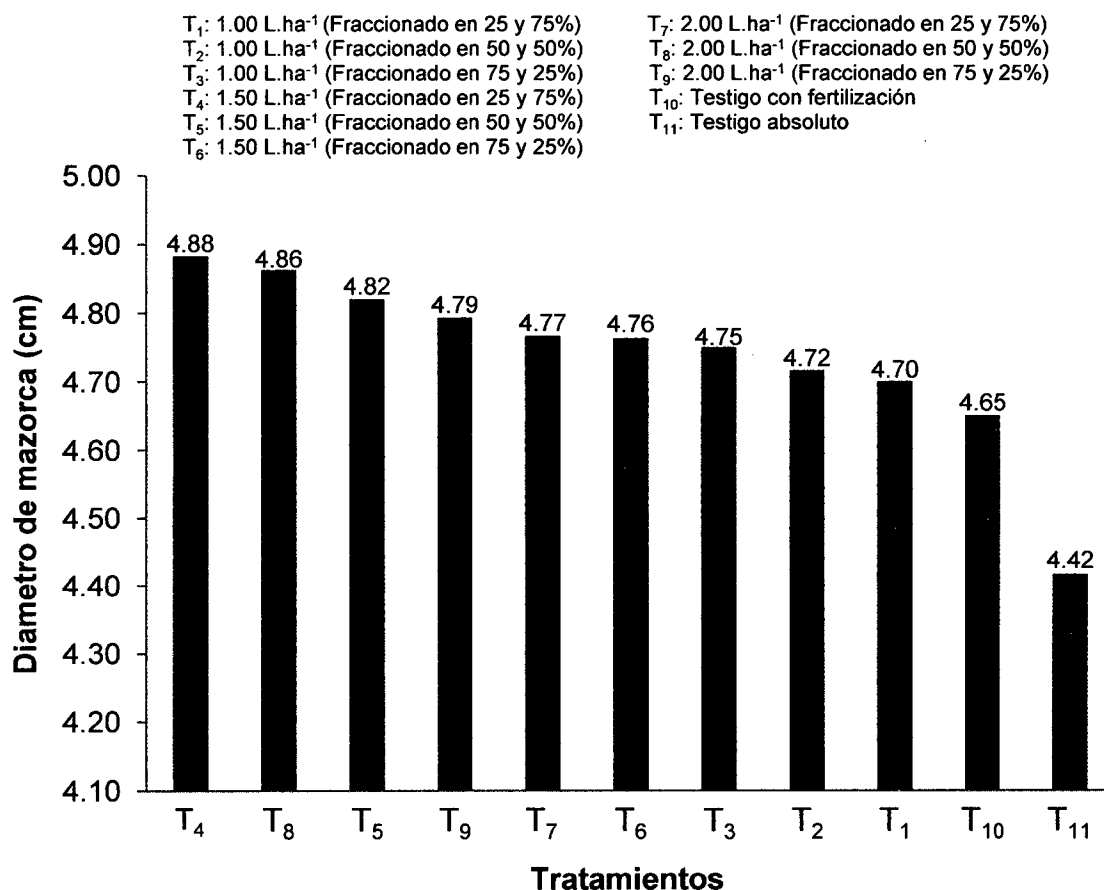


Figura 7. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en el diámetro de mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 - T'.

4.6. Del peso de 100 semillas

Cuadro 16. Resumen del análisis de variancia para el peso de 100 semillas del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

F.V.	G.L.	Peso de 100 semillas	
		C.M.	Significación
Bloques	2	0.41	NS
Tratamientos	10	0.99	NS
Error	20	0.98	
Total	32		
C.V.		3.32%	

NS : No significativo

Del Cuadro 16 se deduce que:

- Para el efecto de bloques no existe significación estadística al 1% de probabilidad para el peso de 100 semillas.
- Para el efecto de los tratamientos no existe significación estadística al 1% de probabilidad para el carácter en estudio.
- El coeficiente de variabilidad 3.32%, para esta característica indican una buena confiabilidad de los resultados.

Cuadro 17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el peso de 100 semillas del maíz cv. 'Marginal 28 -T'.

Clave	Dosis (L.ha ⁻¹)	Fraccionamiento (%)		Peso de 100 semillas (g)	Significación
		1/	2/		
T ₄	1.50	25	75	30.53	a
T ₈	2.00	50	50	30.40	a
T ₅	1.50	50	50	30.31	ab
T ₇	2.00	25	75	30.15	ab
T ₉	2.00	75	25	30.07	ab
T ₆	1.50	75	25	29.93	ab
T ₃	1.00	75	25	29.79	ab
T ₂	1.00	50	50	29.67	ab
T ₁	1.00	25	75	29.65	ab
T ₁₀	Testigo con fertilización			29.57	ab
T ₁₁	Testigo absoluto			28.43	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

1/: Primera aplicación a las 4 - 6 hojas verdaderas.

2/: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera.

En el Cuadro 17 y Figura 8, se observa que:

- Con respecto al peso de 100 semillas, el tratamiento T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%), ocupó el primer lugar con un valor aritmético de 30.53 g, no diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, pero sí del tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto). El efecto de incremento porcentual de peso con respecto al tratamiento T₁₁ (testigo absoluto) de 7.00%, puede deberse entre otras cosas a una mayor acumulación de sacarosa, almidón, etc, en los granos de maíz; porque se ha que visto favorecido por la acción de los

componentes del bioestimulante Evergreen al aumentar la eficiencia fotosintética y una buena distribución de la sacarosa depositado en los granos.

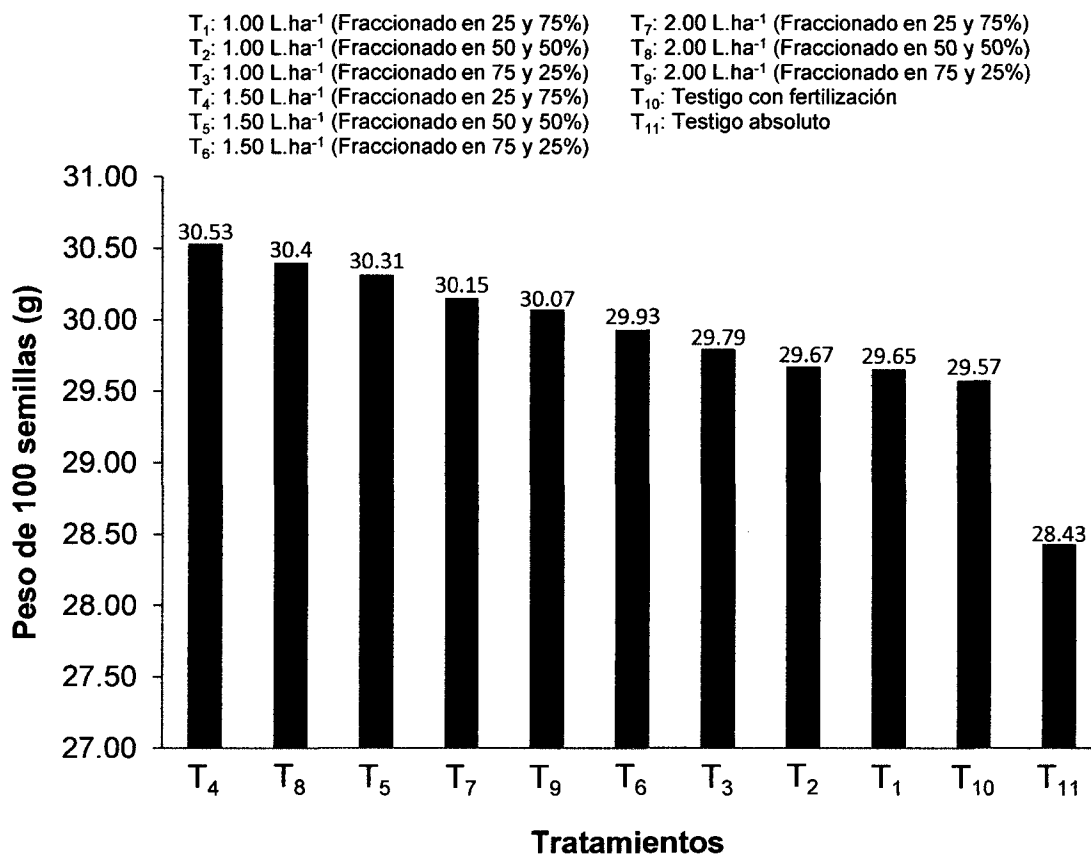


Figura 8. Efecto de las dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen en el peso de 100 semillas del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

4.7. Del análisis económico

Cuadro 18. Costos de producción, ingreso bruto, y relación beneficio/costo (B/C) de los tratamientos

Clave	Dosis (L.ha ⁻¹)	Fraccionamiento (%)		Rdto (t.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Ingreso bruto (S/.)	B/C
		1/	2/				
T ₄	1.50	25	75	5.62	2029.60	2810.00	1.38
T ₈	2.00	50	50	5.55	2054.60	2773.33	1.35
T ₅	1.50	50	50	5.50	2029.60	2750.00	1.35
T ₇	2.00	25	75	5.47	2054.60	2735.00	1.33
T ₃	1.00	75	25	5.35	2004.60	2675.00	1.33
T ₉	2.00	75	25	5.42	2054.60	2711.67	1.32
T ₆	1.50	75	25	5.38	2029.60	2690.00	1.32
T ₂	1.00	50	50	5.25	2004.60	2626.67	1.31
T ₁	1.00	25	75	5.22	2004.60	2610.00	1.30
T ₁₀	Testigo con fertilización			4.90	1954.10	2450.00	1.25
T ₁₁	Testigo absoluto			2.50	1083.00	1250.00	1.15

^{1/}: Primera aplicación a las 4 - 6 hojas verdaderas.

^{2/}: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera.

En el Cuadro 18, se muestra el análisis económico de los once tratamientos evaluados, en el cual se observa diferencias en el costo de producción de cada tratamiento; esto se debe principalmente a la inversión realizada en los fertilizantes sintéticos y el bioestimulante Evergreen. El ingreso bruto (S/.) de los tratamientos se determinó multiplicando el rendimiento (t.ha⁻¹) de cada uno de ellos por el precio actual de grano de maíz en el mercado local (S/500.00.t⁻¹), mientras que la relación beneficio/costo (B/C) se determinó dividiendo el ingreso bruto (S/.) con su respectivo costo de producción (S/.).

El análisis económico nos da la posibilidad de conocer la conveniencia o no del uso de los tratamientos en estudio, cuya viabilidad va a depender de que la relación B/C sea mayor que 1.00. En forma general, se puede apreciar que el tratamiento T₄ (1.50 L.ha⁻¹- fraccionado en 25 y 75%) obtuvo la mejor relación B/C de 1.38, explicado básicamente por su mayor rendimiento que influyo en un mayor ingreso bruto y una utilidad neta de S/. 780.40 por hectárea. Mientras que el tratamiento T₁₁ (testigo absoluto) obtuvo la menor relación B/C con 1.15, generando una utilidad neta de S/. 167.00 por hectárea.

V. CONCLUSIONES

1. En el rendimiento en grano el tratamiento T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%), obtuvo el mayor promedio aritmético de 5.62 t.ha⁻¹.
2. Con respecto a los días a la floración masculina destacaron en precocidad los tratamientos T₆ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%) y T₈ (2.00 L.ha⁻¹ - fraccionado en 50 y 50%) con 53.33 días respectivamente; siendo el más tardío el tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) con 55.33 días. En los días a la floración femenina, destacó en precocidad el tratamiento T₆ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 75 y 25%) con 57.33 días; siendo la más tardía el tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) con 59.67 días.
3. Con respecto al número de hileras destacó el tratamiento T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%) con 13.83 hileras; mientras que el tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) ocupó el último lugar con 12.53 hileras. En el carácter número de granos por hilera el mismo tratamiento obtuvo el mayor promedio aritmético (35.60); mientras que el tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) ocupó el último lugar con 29.97 granos por hilera.
4. Con respecto a longitud de mazorca el tratamiento T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%) obtuvo el mayor promedio aritmético de 19.37 cm; mientras que el tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) ocupó el

último lugar con 17.07 cm. En el carácter diámetro de mazorca el mismo tratamiento destacó con 4.88 cm; mientras que el tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) ocupó el último lugar con 4.42 cm.

5. En el peso de 100 semillas, el tratamiento T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%); obtuvo el mayor peso con 30.53 g; mientras que el tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) ocupó el último lugar con 28.43 g.
6. La mejor relación beneficio/costo ha sido obtenido por el tratamiento T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%) con 1.38.

VI. RECOMENDACIONES

1. Usar el bioestimulante Evergreen en la dosis de 1.50 L.ha^{-1} fraccionado en 25% en la etapa vegetativa de 4 - 6 hojas verdaderas y 75% en la etapa reproductiva de la formación de la hoja bandera para obtener un mayor rendimiento (5.62 t.ha^{-1}), mayor número de granos (35.60 granos por hilera) y mayor longitud de mazorca (19.67 cm).
2. Usar el bioestimulante Evergreen en la dosis de 1.50 L.ha^{-1} fraccionado en 25% en la etapa vegetativa de 4 - 6 hojas verdaderas y 75% en la etapa reproductiva de la formación de la hoja bandera para obtener la mejor relación beneficio/costo (1.38).
3. Hacer trabajos de investigación comparativos con otros bioestimulantes con la finalidad de ver el porcentaje de incremento de rendimiento y aumentar la relación beneficio/costo.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Agrícola I de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, entre junio a octubre del 2006, con el objetivo de determinar la mejor dosis de aplicación del bioestimulante Evergreen y su adecuado fraccionamiento en el rendimiento del maíz cv. 'Marginal 28 - T'; así como evaluar la relación beneficio/costo de los tratamientos en estudio.

Los tratamientos en estudio estuvieron constituidos por 3 dosis de aplicación del bioestimulante Evergreen (1.00, 1.50 y 2.00 L.ha⁻¹) con 3 fraccionamientos (25 - 75 %, 50 - 50% y 75 - 25 %) cada uno, aplicados en dos momentos de aplicación (4 - 6 hojas verdaderas y a la formación de la hoja bandera); más dos testigos adicionales.

La fertilización con la fórmula 202- 95 - 56 (N-P₂O₅-K₂O), se realizó a todos los tratamientos a excepción del tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) en tres momentos de aplicación.

De los resultados obtenidos se reporta que existen diferencias estadísticas altamente significativas en el rendimiento; en donde todos los tratamientos en estudio superan estadísticamente al tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto). Sin embargo el efecto del bioestimulante Evergreen en sus diferentes dosis y fraccionamiento sólo supera estadísticamente al tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto), más no así supera estadísticamente al tratamiento T₁₀

(Testigo con fertilización). En donde el T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%) ocupó el primer lugar con 5.62 t.ha⁻¹. Mientras que el tratamiento T₁₁ (Testigo absoluto) quedó relegado al último lugar con un rendimiento de 2.50 t.ha⁻¹.

La mayor relación B/C corresponde al tratamiento T₄ (1.50 L.ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75%) con 1.38; generando una utilidad neta de S/. 780.40 nuevos soles por hectárea.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. BUENA COSECHA. 2001. Consideraciones generales en la fertilización de maíz. [En línea]: http://www.corpmisti.com.pe/images/novedades/misti_maiz.pdf. Setiembre 2007.
2. COMAIZ. 1994. Manual de maíz. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 68p.
3. COMPANY, L.M. 1984. El maíz en cultivo y aprovechamiento. Edit. Mundi- Prensa S.A. Madrid, España. Pp. 41-42.
4. DEVLIN, R. 1982. Fisiología vegetal. Ediciones Omega, S.A. 517p.
5. ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERIA. 2002. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Editorial Océano/Centrum. España. Pp. 102 – 103.
6. EXCELAG, CORP. 2005. Nutritional complex & bio-stimulants MULTIMIXES (Macro, Micro, PR's, Vitamins, Microorganisms) Evergreen ® [En línea]: <http://www.excelag.com/>. Setiembre 2007.
7. GONZALES, H.F. 2000. El cultivo de maíz. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 179p.
8. JENSEN, W. y SALISBURY, F. 1994. Botánica. Ed. Mc GRAW-HILL, S.A. México. 762p.
9. LAFITTE H.R. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. CIMMYT. México D.F. 122p.
10. LEÓN, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Editorial IICA. San José, Costa Rica. Pp12-14.

11. MANRIQUE, C.A. 1986. El maíz en el Perú. Talleres Gráficos de Edigraf. La Victoria, Lima. 66p.
12. MELGAR, R. y TORRES, D.M. 2005. Manejo de fertilización en maíz. [En línea]: <http://www.fertilizando.com/articulos>. Setiembre 2007.
13. MILLÁN. O.M. 1995. Manejo del cultivo de maíz. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 88p.
14. NARRO, L. y SCHEULER, F. 1984. Variedad de maíz: 'Marginal 28 – T', Tarapoto, Perú. 45p.
15. ORLOV, D.S. 1985. Humus of soil. Oxoniam Press. New Delhi. 18p
16. PARSONS. 1988. Maíz. Editorial Trillas. México. Pp. 54 - 62.
17. POEHLMAN, M.L. 1969. Mejoramiento genético de las cosechas. Edit. Limusa Wiley S.A. México DF. Pp. 263 - 265.
18. QUIROZ A. y MARÍN, D. 2000. Evaluación de la asociación maíz - quinchoncho, con siembra escalonada y dos niveles de fertilización. Fenología y crecimiento. [En línea]: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd>. Setiembre 2007.
19. RAMIREZ, R. y ANDRADE, L. 1971. Influencia de la polinización sobre el llenado de la punta de la mazorca del maíz y otros caracteres. [En línea]: <http://www.redpav.avepagro.org.ve>. Setiembre 2007.
20. ROVEDA, H.G. 2002. Maíz, manejo de suelos y aguas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 96p.
21. SALISBURY, F y ROSS, C. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 759p.

22. SÁNCHEZ. E.J. 2002. El maíz. Suelos y necesidades nutricionales. Informe Técnico. Tingo María, Perú. Pp. 12-15.
23. SÁNCHEZ, P.A.; NICHOLAIDES, J. y COUTO, W. 1977. Física y química en la producción de maíz en el trópico. Editorial Nirvana. Filadelfia, EE.UU. 145p.
24. TANAKA, A. y YAMAGUCHI, J. 1977. Producción de materia seca. Componentes del rendimiento y rendimiento de grano en maíz. Traducido por Josué Kohashi Shibata. Impreso Talleres Gráficos del Colegio de Posgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. México. 124p.
25. TORIBIO, T.A. 1995. Cultivo de maíz. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía. Tingo María, Perú. 84p.
26. TORREGROZA, C.M. 1998. Inquietudes tecnológicas sobre el comportamiento agronómico del G-5423. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 9p.
27. THE INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE 2007. El potasio, magnesio y azufre incrementan el rendimiento y las utilidades en maíz. [En línea]: <http://www.ppi-far.org/ppiweb>. Agosto 2007.
28. WEAVER, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México. 622p.

IX. ANEXO

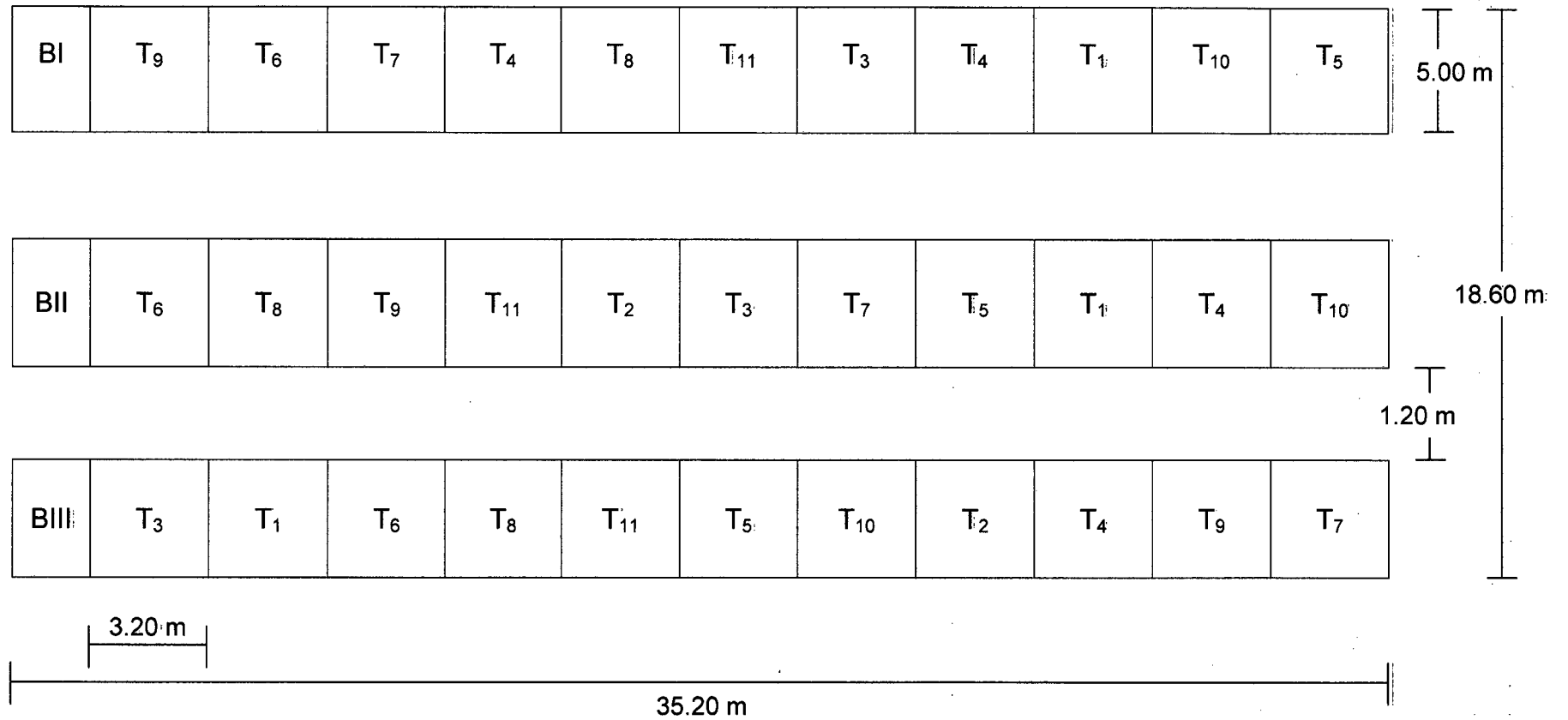
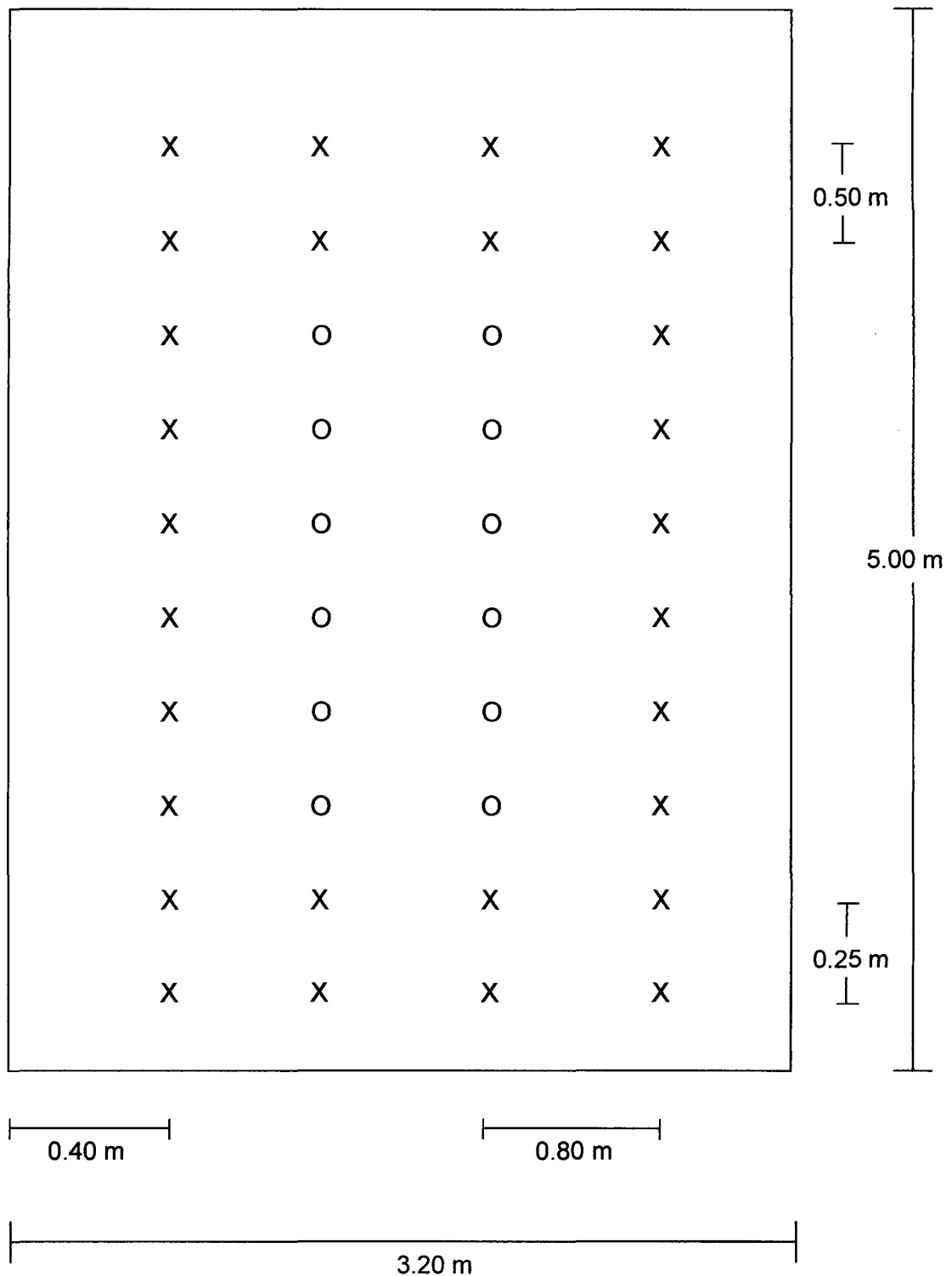


Figura 9. Croquis del campo experimental.



X = Plantas de bordo
 O = Plantas de evaluación

Figura 10. Diseño de parcela neta.

Cuadro 19. Datos originales del rendimiento en grano del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

Bloques	Rendimiento en grano (t.ha ⁻¹)											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	6.18	4.87	4.99	6.52	5.17	5.05	6.45	5.05	5.09	5.71	2.30	57.38
II	4.76	6.20	4.90	5.21	6.24	4.92	4.80	6.38	5.01	4.60	3.36	56.38
III	4.72	4.69	6.16	5.13	5.09	6.17	5.16	5.21	6.17	4.40	1.84	54.74
Σ	15.66	15.76	16.05	16.86	16.50	16.14	16.41	16.64	16.27	14.71	7.50	168.50
Promedio	5.22	5.25	5.35	5.62	5.50	5.38	5.47	5.55	5.42	4.90	2.50	

Cuadro 20. Datos originales de los días a la floración masculina del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

Bloques	Días a la floración masculina											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	54.00	54.00	54.00	54.00	53.00	53.00	54.00	53.00	53.00	55.00	56.00	593.00
II	55.00	55.00	54.00	54.00	54.00	53.00	54.00	53.00	54.00	54.00	55.00	595.00
III	55.00	54.00	54.00	55.00	54.00	54.00	55.00	54.00	54.00	55.00	55.00	599.00
Σ	164.00	163.00	162.00	163.00	161.00	160.00	163.00	160.00	161.00	164.00	166.00	1787.00
Promedio	54.67	54.33	54.00	54.33	53.67	53.33	54.33	53.33	53.67	54.67	55.33	

Cuadro 21. Datos originales de los días a la floración femenina del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

Bloques	Días a la floración femenina											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	59.00	59.00	58.00	58.00	58.00	57.00	58.00	57.00	57.00	59.00	60.00	640.00
II	59.00	59.00	58.00	58.00	58.00	57.00	59.00	58.00	58.00	59.00	59.00	642.00
III	58.00	58.00	59.00	59.00	58.00	58.00	59.00	58.00	58.00	59.00	60.00	644.00
Σ	176.00	176.00	175.00	175.00	174.00	172.00	176.00	173.00	173.00	177.00	179.00	1926.00
Promedio	58.67	58.67	58.33	58.33	58.00	57.33	58.67	57.67	57.67	59.00	59.67	

Cuadro 22. Datos originales de altura de planta del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

Bloques	Altura de planta (m)											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	2.43	2.50	2.54	2.52	2.45	2.62	2.66	2.62	2.58	2.29	2.30	27.51
II	2.46	2.58	2.31	2.49	2.55	2.50	2.58	2.65	2.49	2.37	2.31	27.29
III	2.27	2.35	2.42	2.47	2.53	2.51	2.37	2.45	2.61	2.48	2.29	26.75
Σ	7.16	7.43	7.27	7.48	7.53	7.63	7.61	7.72	7.68	7.14	6.90	81.55
Promedio	2.39	2.48	2.42	2.49	2.51	2.54	2.54	2.57	2.56	2.38	2.30	

Cuadro 23. Datos originales de altura a la mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T´.

Bloques	Altura a la mazorca (m)											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	1.30	1.33	1.25	1.31	1.35	1.29	1.38	1.40	1.39	1.24	1.28	14.52
II	1.26	1.29	1.31	1.29	1.27	1.37	1.30	1.42	1.32	1.29	1.18	14.30
III	1.20	1.21	1.28	1.25	1.24	1.26	1.22	1.30	1.28	1.19	1.15	13.58
Σ	3.76	3.83	3.84	3.85	3.86	3.92	3.90	4.12	3.99	3.72	3.61	42.40
Promedio	1.25	1.28	1.28	1.28	1.29	1.31	1.30	1.37	1.33	1.24	1.20	

Cuadro 24. Datos originales para el número de hileras por mazorca del maíz cv. `Marginal 28 – T´.

Bloques	Número de hileras por mazorca											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	13.40	13.00	13.20	13.90	13.60	14.10	13.10	13.20	13.50	12.90	12.60	146.50
II	12.70	12.50	12.80	14.00	12.80	12.70	14.00	14.10	13.70	12.40	12.20	143.90
III	12.60	13.60	13.30	13.60	14.40	13.00	13.30	13.80	13.10	13.20	12.80	146.70
Σ	38.70	39.10	39.30	41.50	40.80	39.80	40.40	41.10	40.30	38.50	37.60	437.10
Promedio	12.90	13.03	13.10	13.83	13.60	13.27	13.47	13.70	13.43	12.83	12.53	

Cuadro 25. Datos originales para el número de granos por hilera del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

Bloques	Número de granos por hilera											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	35.80	34.40	35.60	37.20	35.90	35.50	36.90	34.00	35.30	33.40	29.90	383.90
II	32.90	37.00	34.00	36.10	36.60	33.50	32.70	35.00	34.30	32.80	28.80	373.70
III	32.90	30.60	33.00	33.50	33.20	34.30	35.00	37.30	34.70	33.50	31.20	369.20
Σ	101.60	102.00	102.60	106.80	105.70	103.30	104.60	106.30	104.30	99.70	89.90	1126.80
Promedio	33.87	34.00	34.20	35.60	35.23	34.43	34.87	35.43	34.77	33.23	29.97	

Cuadro 26. Datos originales de longitud de mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 – T'.

Bloques	Longitud de mazorca (cm)											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	19.15	19.00	19.40	20.20	18.90	19.50	19.80	18.30	19.60	18.40	17.40	209.65
II	18.80	19.20	19.12	19.80	19.90	18.30	18.25	19.30	18.60	17.50	17.00	205.77
III	18.30	18.40	18.25	18.10	18.50	19.35	19.40	20.00	18.86	18.80	16.80	204.76
Σ	56.25	56.60	56.77	58.10	57.30	57.15	57.45	57.60	57.06	54.70	51.20	620.18
Promedio	18.75	18.87	18.92	19.37	19.10	19.05	19.15	19.20	19.02	18.23	17.07	

Cuadro 27. Datos originales de diámetro de mazorca del maíz cv. 'Marginal 28 - T'.

Bloques	Diámetro de mazorca (cm)											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	5.00	4.58	4.70	5.15	4.80	4.75	5.01	4.66	4.80	4.84	4.44	52.73
II	4.50	5.07	4.65	4.77	5.00	4.59	4.60	5.03	4.62	4.48	4.67	51.98
III	4.60	4.50	4.90	4.73	4.66	4.95	4.69	4.90	4.96	4.63	4.14	51.66
Σ	14.10	14.15	14.25	14.65	14.46	14.29	14.30	4.59	14.38	13.95	13.25	156.37
Promedio	4.70	4.72	4.75	4.88	4.82	4.76	4.77	4.86	4.79	4.65	4.42	

Cuadro 28. Datos originales del peso de 100 semillas del maíz cv. 'Marginal 28 - T'.

Bloques	Peso de 100 semillas (g)											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	Σ
I	31.00	29.15	29.54	31.80	29.95	29.90	31.45	29.60	29.73	30.62	28.03	330.77
II	29.06	31.06	29.10	30.18	31.07	29.14	29.30	31.40	29.58	28.90	29.45	328.24
III	28.90	28.80	30.74	29.61	29.92	30.75	29.70	30.20	30.90	29.20	27.81	326.53
Σ	88.96	89.01	89.38	91.59	90.94	89.79	90.45	91.20	90.21	88.72	85.29	985.54
Promedio	29.65	29.67	29.79	30.53	30.31	29.93	30.15	30.40	30.07	29.57	28.43	