

**“EFECTO DEL BIOESTIMULANTE EVERGREEN EN TRES DOSIS Y TRES
FRACCIONAMIENTOS EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.), CV.
`MARGINAL 28 – T´, EN TINGO MARÍA”**

Fernando S. Gonzales Huiman, Ing. Agr., M.Sc. de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. e-mail: fsg_h_dito@yahoo.es

Hugo Noel Gonzáles Piñan, Tesista para optar el título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

RESUMEN

El experimento se realizó en el Fundo Agrícola I de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María, cuyas coordenadas en UTM son Este: 18L 0390689, Norte: 8967787 y una altitud media de 660 msnm. La fase experimental tuvo una duración de 5 meses (junio a octubre del 2006). Los objetivos fueron determinar la mejor dosis y fraccionamiento del bioestimulante Evergreen que produzca el mejor rendimiento en grano y la mejor relación beneficio/costo del maíz cv. `Marginal 28-T´.

El Diseño Experimental fue el DBCA. Los tratamientos estuvieron constituidos por tres 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%), en dos momentos de aplicación (4 – 6 hojas verdaderas y a la formación de la hoja bandera), más dos testigos adicionales.

Los resultados obtenidos en el rendimiento en grano reporta diferencias estadísticas altamente significativas. El tratamiento T₄ (1.50 L ha⁻¹ – fraccionado en 25 y 75%) obtuvo el mayor rendimiento con 5.62 t ha⁻¹ y una mejor relación beneficio/costo de 1.38.

Palabras claves: Maíz, bioestimulante, Evergreen, dosis, fraccionamiento.

ABSTRACT

The experiment was conducted in the Fundo Agrícola I of the National Agrarian University of the Jungle of Tingo Maria, whose coordinates in UTM are: This= 18L 0390689, North= 8967787 and an average altitude of 660 meters above sea level. The pilot phase of work lasted 5 months (June to October 2006). The aim was to determine the best dose and splitting the biostimulant Evergreen that produces the best performance in grain and the best benefit/cost of maize cv. `Marginal 28 – T´.

The Experimental Design was the RCB. The treatment were consisting of three doses of application of biostimulant Evergreen (1.00, 1.50 and 2.00 L/has) with 3 splittings (25 – 75%, 50 - 50% and 75 - 25%), applied in two moments of application (4 - 6 true leaves and training of the flag leaf); plus two additional witnesses.

The results obtained in the performance in grain reports statistical differences highly significant. However the treatment T₄ (1.50 L/has – subdivided into 25 and 75%) ranked first with arithmetic 5.62 t/ha and with a better relationship cost-benefit ratio of 1.38, generating a net profit of S/. 780.40 per hectare.

Key words: Maize, biostimulant, Evergreen, doses, splitting.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es una de las tres gramíneas más cultivadas en el mundo por su importancia alimentaria. Diversas instituciones mundiales realizan estudios con el objetivo de incrementar los niveles de rendimiento y producción de nuevos híbridos y variedades.

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 Ceja de Selva, aún se mantienen escasos niveles de productividad, que tienen como nivel máximo de producción dos toneladas por hectárea a nivel comercial.

Una de las alternativas viables para aumentar los rendimientos de los cultivos es el uso de bioestimulantes nutricionales como el Evergreen de origen vegetal ya que promueven el crecimiento y desarrollo del cultivo, incrementando su calidad y rendimiento, pero sus aplicaciones deben estar de acuerdo a dosis recomendadas con fraccionamientos aplicados de acuerdo a las etapas fenológicas. En base a esto se plantearon los siguientes objetivos:

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

REVISIÓN DE LITERATURA

THE INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (2007), registró que la tasa de absorción de nutrientes se eleva rápidamente en maíz y llega al máximo poco antes de la floración. ROVEDA (2002), indica que el nitrógeno es absorbido por el maíz en mayor cantidad desde justo antes de la floración hasta 25 o 30 días después de la misma. SANCHEZ *et al.*, (1977) sostienen que el periodo de máxima necesidad de fósforo coincide con las máximas necesidades de nitrógeno.

RAMÍREZ y ANDRADE (1971), en un trabajo de investigación realizado en Venezuela concluyeron que 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 (RAMÍREZ y ANDRADE, 1971).

Bioestimulante Evergreen

EXCELAG CORP (2005), informa que el Evergreen está formulado 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. Contiene un complejo de 7 macromelementos y fitohormonas, 7 microelementos y 7 vitaminas obtenidas de extracto vegetal y que actúan como promotores de crecimiento y maduración de los cultivos tratados. Además, incrementa

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.

En su composición química incluye todo los macroelementos y fitohormonas en concentraciones apropiadas para estimular el metabolismo de las plantas incluido los ácidos húmicos, como también microelementos y vitaminas.

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.

SALISBURY y ROSS (1994), mencionan que las auxinas y citocininas son indispensables para iniciar crecimiento en tallos y raíces. WEABER (1976), demuestra que 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.

ORLOV (1985) demostró que las sustancias húmicas pueden, bajo ciertas condiciones, estimular el crecimiento de las plantas y pueden ser aplicadas a la planta por varios vías. Cuando se aplica en bajas concentraciones como aspersiones foliares bajo condiciones de campo, el ácido húmico aumenta la producción en peso seco del 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, azufre, calcio, magnesio, sodio y cobre.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Fundo Agrícola I de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, cuyas coordenadas en UTM son: E 18L 0390689, N 8967787, y una altitud media de 660 msnm. La fase experimental tuvo una duración de 5 meses (junio a octubre del 2006). La temperatura media mensual fue de 24.60 a 25.65°C y 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. El suelo experimental fue de textura franco-arenosa, con reacción fuertemente ácida, contenido de materia orgánica bajo y nitrógeno total bajo y disponibilidad media de fósforo y potasio.

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

Se empleó el diseño de bloques completo al azar (DBCA), con once tratamientos y tres repeticiones. Para la comparación de promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$).

En la etapa de emergencia de las plántulas se observó el ataque de “gusanos de tierra” (*Feltia* sp., *Agrotis* sp.), controlándose con espolvoreos de Diazinon (Gusadrín). Posteriormente, se observaron ataques del “cogollero” (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), que se controló aplicando Metamidophos (Tamaron) a una dosis de 500 cc/200 L de agua.

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

La aplicación del bioestimulante Evergreen se realizó con mochila y boquilla tipo abanico. La aplicación fue dirigida al punto de crecimiento del cultivo (cogollo), en dos etapas fenológicas (4 - 6 hojas verdaderas y a la formación de la hoja bandera).

La cosecha se realizó a los 130 días después de la siembra. Las 12 mazorcas cosechadas por tratamiento se secaron al sol. Después del despanojado se secaron nuevamente hasta un 14% de humedad detectado por un determinador eléctrico de humedad, posteriormente se desgrano y se pesaron los granos (kg).

El número de hileras por mazorca se determinó en diez mazorcas seleccionadas al azar por cada tratamiento, contabilizándose el número de hileras a partir de la parte central de la mazorca. Luego se contabilizó el número de granos en cinco hileras seleccionadas al azar y finalmente se pesaron 100 semillas seleccionadas al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del rendimiento en grano

El Cuadro 1, nos muestra que todos los tratamientos superaron estadísticamente al testigo absoluto, no existiendo diferencias estadísticas significativas entre ellos, lo que nos permite deducir que el rendimiento no fue afectado por el bioestimulante Evergreen, desde que el tratamiento testigo con fertilización produjo rendimientos sin diferencias estadísticas con los tratamientos que recibieron aplicación del bioestimulante Evergreen en sus diferentes dosis y fraccionamiento. Esto posiblemente se debió a las condiciones de pobreza nutricional del suelo experimental, porque al ser aplicado los fertilizantes sintéticos bajo la fórmula 202-95-56 de N, P₂O₅, K₂O respectivamente, proporcionaron elementos nutritivos en cantidades suficientes como para elevar los rendimientos de 2.50 a 4.90 t ha⁻¹. La aplicación de los fertilizantes en tres momentos ha permitido al cultivo de maíz absorber en mayor tasa los nutrientes especialmente el nitrógeno desde justo antes de la floración hasta los 25 o 30 días de la misma (ROVEDA, 2002), que coincide con la máxima necesidad de fósforo (SÁNCHEZ *et al.*, 2005).

Cuadro 1. 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.

Los rendimientos obtenidos con el bioestimulante Evergreen oscilan entre 5.22 a 5.62 t ha⁻¹, obteniéndose de esta manera un incremento en rendimiento de 49 a 56% en comparación con el testigo absoluto. Los tratamientos con aplicación del bioestimulante Evergreen superaron aritméticamente al testigo con fertilización. Esto puede deberse al efecto de los componentes del bioestimulante que aportan N-nítrico, fósforo asimilable y potasio soluble en cantidades suficientes, además de fitohormonas, micro elementos y vitaminas (EXCELAG CORP, 2005), mejorando el metabolismo, expresado en un mejor crecimiento y desarrollo, siendo las auxinas y las giberelinas las que más inciden en ella (SALISBURY y ROSS, 1994 y WEAVER, 1976). Este mejor funcionamiento metabólico de la planta activó la síntesis de enzimas que mejoró el proceso fotosintético y consecuentemente favoreció el desarrollo y llenado de granos de las mazorcas, existiendo además un efecto favorable de las sustancias húmicas en el consumo de nutrientes y contenido de estos en las plantas, cuando son aplicados en condiciones de campo, aumentando la producción del maíz (ORLOV, 1985).

Componentes del rendimiento

El Cuadro 2, nos muestra en el carácter longitud de mazorca que todos los tratamientos superan estadísticamente al testigo absoluto no existiendo diferencias estadísticas entre ellos. Este componente no afecta realmente el peso del grano por lo que no tiene efecto significativo sobre el rendimiento de la mazorca o sobre los rendimientos por unidad de superficie (RAMÍREZ y ANDRADE, 1971).

Cuadro 2. 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.

1/: Primera aplicación a las 4 - 6 hojas verdadera 2/: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera

El Cuadro 3, nos muestra que en el carácter diámetro de mazorca no existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos con aplicación del bioestimulante Evergreen y el tratamiento con fertilización. Sin embargo los tratamientos 1.50 L ha⁻¹ fraccionado en 25 y 75% y 2.00 L ha⁻¹ fraccionado en 50 y 50% se diferencian estadísticamente del testigo absoluto. Este componente refleja positivamente la acción del bioestimulante Evergreen además se observó una tendencia a incremento del rendimiento en grano ya que las únicas correlaciones altamente significativas que afectan el peso del grano por mazorca según un trabajo de investigación realizado en Venezuela fueron el diámetro de la mazorca y el volumen de la misma, y no así la longitud (RAMÍREZ y ANDRADE, 1971).

Cuadro 3. 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 verdadera 2/: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera

El Cuadro 4, nos muestra en el peso de 100 semillas que el tratamiento 1.50 L ha⁻¹ fraccionado en 25 y 75% destacó en el primer lugar no diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, pero sí del testigo absoluto. El efecto de incremento de 7% de peso con respecto con este último puede deberse entre otras cosas a una mayor acumulación de sacarosa, almidón, etc. en los granos de maíz; porque se ha visto favorecido por la acción de los componentes del bioestimulante Evergreen en los periodos de formación de grano, desarrollo y llenado de mazorca.

Cuadro 4. 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)	
		1/	2/	Promedio	Significación
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 verdadera 2/: Segunda aplicación a la formación de la hoja bandera

Del análisis económico

En el Cuadro 5, se muestra el análisis económico de los tratamientos, observándose los ingresos brutos determinados por el producto de los rendimientos (t/ha) por el precio actual de grano de maíz en el mercado local (S/. 500.00/t); mientras que la relación beneficio/costo (B/C) se determinó dividiendo el ingreso bruto (S/.) con su respectivo costo de producción (S/.).

Cuadro 5. 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

La relación B/C en todos los tratamientos fue mayor a 1.00. En forma general, se puede apreciar que el tratamiento 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 influye en un mayor ingreso bruto; generando una utilidad neta de S/. 780.40 por hectárea. Mientras que el testigo absoluto obtuvo la menor relación B/C con 1.15; generando una utilidad neta de S/. 167.00 por hectárea.

CONCLUSIONES

1. En el rendimiento en grano la aplicación de 1.50 L ha⁻¹ de Evergreen fraccionado en 25 y 75%, obtuvo el mayor promedio aritmético de 5.62 t ha⁻¹.
2. El tratamiento 1.50 L ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75% fue el de mayor promedio aritmético (34.60) en los tres componentes de rendimiento.
3. La mejor relación beneficio/costo ha sido obtenido por el tratamiento 1.50 L ha⁻¹ - fraccionado en 25 y 75% con 1.38.

BIBLIOGRAFÍA

1. EXCELAG CORP. 2005. Nutritional complex & Bio-Stimulants MULTI-MIXES (Macro, Micro, PR's, Vitamins, Microorganisms) Evergreen ® [En.línea]:<http://www.excelag.com/>. Setiembre, 2007
2. ORLOV, D.S. 1985. Humus of soil. Oxoniam Press. New Delhi. Pp 18 -25.
3. 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.
4. ROVEDA, H.G. 2002. Manejo de suelos y aguas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 96 p.
5. SALISBURY, F y ROSS, C. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 759 p.
6. 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. 145 p.
7. THE INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. 2007. El potasio, magnesio y azufre incrementan el rendimiento y las utilidades en el maíz. [En línea]: <http://www.ppifar.org/ppiweb/mexnca>. Agosto, 2007.
8. WEAVER, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México. 622p.