

## 7 ESTUDIO DE LA DOSIS Y MOMENTO DE APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE MEZCLA ESPECIAL-M4 EN EL RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE VARIOS CULTIVOS

### STUDY OF THE DOSE AND TIME OF APPLICATION OF THE SPECIAL MIX FERTILIZER-M4 IN THE YIELD OF AGRICULTURAL PRODUCTION OF VARIOUS CROPS

Nelson Homero Vaca Vásquez<sup>1</sup>, Camilo Alejandro Pineda-Soto<sup>3</sup>, Melissa Anahí Solarte Cazar <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

<sup>2</sup>Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente-CEBA, Ibarra, Ecuador

<sup>3</sup>BIOECOLÓGICOS. [www.bioecologicos.com](http://www.bioecologicos.com), Ibarra, Ecuador

*Autor para correspondencia:* [homero vacav@yahoo.com](mailto:homero vacav@yahoo.com)

*Recibido:* 16 de mayo de 2019

*Aceptado:* 16 de julio de 2019

#### RESUMEN

En el marco de la Estrategia Ecuatoriana de Bioeconomía-Horizonte 2035 y del programa de Bioeducación, se ejecuta el proyecto **Escuela de Bioagricultura- Capítulo Pimampiro – Ecuador**, donde se realizó el estudio en varias fincas de los agricultores del cantón Pimampiro, provincia de Imbabura, Ecuador, con el objetivo de evaluar la influencia del Fertilizante Mezcla Especial M4, en el rendimiento del proceso de producción agrícola de varios cultivos. El estudio se realizó con un diseño experimental factorial multinivel 2<sup>2</sup>, con tres repeticiones, evaluándose el efecto de la dosis y momento de aplicación en el rendimiento. Sobre la base de los resultados, se obtuvo que el mejor tratamiento fue una dosis de 1000 ml/ha que mostró diferencia altamente significativa sobre los demás tratamientos.

**Palabras clave:** cultivos, mezcla especial, bioestimulante, fertilizante.

#### INTRODUCCIÓN

El proceso de producción agrícola en Ecuador atraviesa por una crisis en cuanto a su eficiencia, la cual es provocada por el uso excesivo de agrotóxicos y fertilizantes que tienen un impacto negativo en la salud del suelo, salud de la planta y salud de la población.

#### ABSTRACT

Within the framework of the Ecuadorian Bioeconomy Strategy-Horizon 2035 and the Bioeducation program, the School of Bioagriculture project - Pimampiro Chapter - Ecuador is being carried out, where the study was carried out on several farms of farmers in the Pimampiro canton, Imbabura province, Ecuador, with the objective of evaluating the influence of the M4 Special Mix Fertilizer, on the performance of the agricultural production process of various crops. The study was carried out with a multilevel 2<sup>2</sup> factorial experimental design, with three repetitions, evaluating the effect of the dose and moment of application on performance. Based on the results, it was found that the best treatment was a dose of 1000 ml/ha, which showed a highly significant difference over the other treatments.

**Keywords:** crops, special mix, biostimulant, fertilizer.

La mayoría de los cultivos agrícolas del Ecuador se encuentra por debajo del rendimiento del promedio internacional, tal es el caso del maíz, que se logra entre 5 y 6 toneladas por hectárea, siendo el promedio mundial 12 toneladas por hectárea y un máximo de 35 toneladas por hectárea (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2021). La primera aparición del Sr. David Hula como

obtentor del récord mundial de rendimiento de maíz dentro del “NCGA Corn Yield Contest” fue en el año 2013 en donde logró obtener 28,5 t/ha. Para 2014 su rendimiento de maíz fue de 29,8 t/ha. y en 2015 logró obtener nuevamente el récord mundial de rendimiento con 33,39 t/ha (National Corn Growers Association, 2021)

Son muchos los productos naturales usados que han potenciado el manejo ecológico de los agroecosistemas, entre los que podemos relacionar están: los bioplaguicidas, los biofertilizantes y los bioestimulantes. Varios autores plantean que en los últimos tiempos son muchos los bioestimulantes y biofertilizantes orgánicos que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés a las condiciones adversas del medio, favoreciendo el crecimiento y desarrollo, como también el rendimiento. Disminuyendo de esta forma el uso de sustancias químicas (Asociación Española de Fabricantes de Agronutricionales, 2019).

Los biorreguladores ejercen su actividad estimuladora cuando se aplican en cantidades muy pequeñas, no dañan al medio ambiente, ni al hombre y tienen una toxicidad muy baja. El objetivo de la investigación es evaluar la influencia del Fertilizante MEZCLA ESPECIAL M4 sobre el rendimiento de varios cultivos del cantón Pimampiro.



Figura 1. Escuela de Bioagricultura CEBA. Granja Experimental.

El Fertilizante Mezcla Especial -M4, es una mezcla de productos bioquímicos con alto contenido de energía y sales minerales (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y

polisacáridos biológicamente activos) formulados como una suspensión acuosa que se debe agitar antes de su uso. Su aplicación se recomienda en cualquier fase fenológica del cultivo: germinación, semilleros, viveros, fase de crecimiento vegetativo, prefloración, floración y cuajado de fruto.

Se recomienda en todo tipo de cultivo existente, puede ser empleado en todas las especies botánicas, como caña de azúcar, frutales, cereales, tubérculos y raíces, plantas medicinales, tabaco, remolacha, tomate, pimiento, pepino, melón, col, lechuga, apio, plátano, sandía, piña, oleaginosas y legumbres en general, árboles forestales, plantas ornamentales, flores, etc. Fertilizante Mezcla Especial - M4, se fundamenta en una tecnología amigable con el medio ambiente protegida bajo Know how.

La ESCUELA DE BIOAGRICULTURA -EBA-© CEBA 2009, es un programa de la Estrategia Ecuatoriana de Bioeconomía-Horizonte 2035, que ejecuta el Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente -CEBA, su misión es contribuir al desarrollo social, cultural y económico del sector agrícola de Ecuador y América Latina, a través de la formación continua con programas de alta calidad en BIOAGRICULTURA, para elevar las competencias de los agricultores y mejorar la calidad de vida de la población. En el marco de cooperación entre CEBA y GADM PIMAMPIRO, se ejecutó el *Curso Básico de Bioagricultura* en la parroquia de Chugá, Pimampiro, 2019.



Figura 2. Alumnos Escuela de Bioagricultura Parroquia de Chugá-Pimampiro, 2019

Se identifica que existe limitado conocimiento del agricultor en el uso de la ciencia y la tecnología agrícola, desconoce del análisis del pH y azúcares en el suelo y planta.

El objetivo de este estudio es determinar la dosis y momento de aplicación óptimos del Fertilizante Mezcla Especial -M4, en varios tipos de cultivos del cantón Pimampiro, mediante el análisis de procesos agrícolas, que permita el máximo aprovechamiento de las materias primas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experimentación se realizó en varias fincas del cantón Pimampiro de la provincia de Imbabura, en el proyecto ESCUELA DE BIOACRICULTURA- CAPÍTULO PIMAMPIRO en los siguientes cultivos: caña de azúcar, frutales, cereales, tubérculos y raíces, plantas medicinales, tabaco, remolacha, tomate, pimiento, pepino, melón, col, lechuga, apio, plátano, sandía, piña, oleoginosas y legumbres en general, árboles forestales, plantas ornamentales, flores, etc.

La planificación experimental se realizó con un diseño experimental factorial  $2^2$ , los factores de estudio fueron la dosis de aplicación 0,2 y 1 litro por hectárea y el momento de aplicación en la etapa fenológica de germinación y desarrollo. La variable de respuesta estudiada fue el rendimiento en %. El análisis del experimento se realizó con el software estadístico STATGRAPHICS.<sup>1</sup>

### Diseño experimental

Se ha creado un diseño factorial multinivel que consiste en 12 corridas. El diseño deberá ser ejecutado en 3 bloques. El orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado. Esto aportará protección contra el efecto de variables ocultas.

### Diseño Base

Número de factores experimentales: 2

Número de bloques: 3

Número de respuestas: 1

Número de corridas: 12

Grados de libertad para el error: 6

Aleatorizar: Sí

Factores	Bajo	Alto	Niveles	Unidades
Dosis	200,0	1000,0	2	(ml/ha)
Momento	0,0	21,0	2	(Días)

Respuestas	Unidades
Eficiencia	(%)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la tabla 1, se logra el mayor rendimiento de 15% respecto al testigo cuando se trabaja con 1000 ml de Mezcla Especial por Ha, en cualquier momento de aplicación, bien sea en la germinación o en los 21 días luego de la siembra.

El mínimo rendimiento observado de 9% se logra al trabajar con 200 ml por hectárea y el momento de aplicación a los 21 días luego de la siembra.

**Tabla 1. Corridas experimentales**

BLOQUE	Dosis (ml/ha)	Momento (Días)	Eficiencia (%)
1	200	0	10
1	1000	0	14
1	200	21	11
1	1000	21	15
2	1000	21	14
2	1000	0	14
2	200	0	10
2	200	21	9
3	200	0	9
3	1000	0	15
3	1000	21	15
3	200	21	11

En la tabla 2, se presenta el análisis de varianza, la cual particiona la variabilidad de

Eficiencia en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

**Tabla 2. Análisis de Varianza para Eficiencia**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Dosis	60,75	1	60,75	115,11	0,0000
B: Momento	0,75	1	0,75	1,42	0,2782
AB bloques	0,0833333	1	0,0833333	0,16	0,7049
Error total	1,5	2	0,75	1,42	0,3125
Total (corr.)	3,16667	6	0,527778		
	66,25	11			

**Tabla 3. Coeficiente de regresión para Eficiencia**

Coefficiente	Estimado
constante	8,5
A: Dosis	0,00583333
B: Momento	0,0357143
AB	-0,0000198413

**Ecuación de regresión**

A continuación, se presenta el modelo matemático que ha sido ajustado por regresión para la eficiencia:

$$\text{Eficiencia} = 8,5 + 0,00583333 \cdot \text{Dosis} + 0,0357143 \cdot \text{Momento} - 0,0000198413 \cdot \text{Dosis} \cdot \text{Momento}$$

**Optimización de la respuesta**

La tabla 4 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Eficiencia sobre la región indicada.

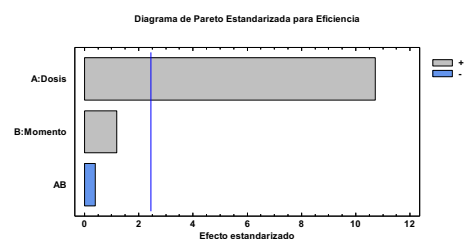
**Tabla 4. Optimizar Respuesta**

Meta: maximizar Eficiencia  
 Valor óptimo = 14,6667

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dosis	200,0	1000,0	1000,0
Momento	0,0	21,0	21,0

**Análisis de Pareto Estandarizado para la Eficiencia**

Como se observa en la figura 3, el diagrama de Pareto muestra diferencia estadística en cuanto a la dosis aplicada, sin embargo, el momento de aplicación y la relación dosis-momento de aplicación no presenta diferencia estadística significativa.



**Figura 3. Diagrama de Pareto Estandarizada para Eficiencia**

**Efectos Mezcla Especial -M4**

Se observan los siguientes efectos:

- Incrementa y acelera la germinación de las semillas, ya sea botánica o agámica.
- Estimula el desarrollo de las raíces, tallos y hojas.
- Mejora la nutrición, el florecimiento y el cuajado de los frutos.
- Reduce el ciclo del cultivo.
- Potencia la acción de los herbicidas y otros plaguicidas, lo que permite la reducción de las dosis recomendadas.
- Acelera el proceso de compostaje y la degradación de los residuos de cosecha.
- Ayuda a compensar los efectos negativos de la salinización de los suelos, sequías, excesos de humedad, vientos fuertes, temperaturas extremas, fitotoxicidad debido a pesticidas y otros agroquímicos, trasplantes, ataques de plagas o enfermedades y otros.

**CONCLUSIONES**

El producto Fertilizante Mezcla Especial -M4, es un bioestimulante de alta eficiencia en todos los cultivos estudiados, su máxima eficiencia se logra cuando se trabaja con una dosis de 1000 ml/ha, no existe diferencia significativa en cuanto al momento estudiado en el rango de 0-21 días.

#### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda el uso de Fertilizante Mezcla Especial M-4, para todo tipo de cultivos, como bioestimulante para mejorar la eficiencia del proceso de producción agrícola.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asociación Española de Fabricantes de Agronutricionales. (2019). *Bioestimulantesagricolas.net*. Obtenido de Aplicación de bioestimulantes ante el stress vegetal: <http://www.bioestimulantesagricolas.net/aplicacion-de-bioestimulantes-ante-el-stress-vegetal/>
2. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2021). *Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana*. Quito.
3. López, R. y Lovaina, J. (2005). Comportamiento de plantas hortícola con diferentes dosis de FitoMas E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. Centro Universitario Guantánamo.
4. López, R. et al., (2005). Comportamiento de la habichuela con diferentes dosis de FitoMas E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. Monografía.
5. Martínez, (2005) Martínez, F. (2005). Efecto de diferentes dosis de Bioplasma en el cultivo de pepino híbrido HA-436 en condiciones de casa de cultivo protegido. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Granma.
6. Martínez, F. (2005). Efecto de diferentes dosis de Biobras 16 en le cultivo de la lechuga var Anaida. En condiciones de cultivo semiprotegido. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Granma.
7. Mendosa, D. (2000). Folleto: La nueva generación de fertilizantes líquidos, biológicos y ecológicos.
8. National Corn Growers Association. (2021). National corn yield contest. National Corn Growers Association. Recuperado el 26 de agosto de 2022, de <https://www.ncga.com/get-involved/national-corn-yield-contest>
9. Pomares, F. (1994). Fertilización en hortalizas y empleo de abonos orgánicos. Conferencia. Curso especial de reciclaje de técnicos de la CAPA de Generalitat Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia.
10. Reyes, J. et al., (2005). Dosis y momento de aplicación del Humus Foliar en cultivos hortícolas de interés económico en suelos fluvisoles de Granma. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Granma.