

Fertilização orgânica do solo e foliar do milho (*Zea mays*) no litoral equatorialiano

Edaphic and foliar organic fertilization of corn (*Zea mays*) in the Ecuadorian Littoral

DOI: 10.34188/bjaerv6n4-006

Recebimento dos originais: 05/08/2023

Aceitação para publicação: 30/09/2023

Segundo Ismael Murillo Zúñiga

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador
Agripac S.A. Ecuador
Correo electrónico: ismaelmurrillo@hotmail.com

Roberto Ricardo Rivera Reyes

Ingeniero Agropecuario por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador
Candidate de la Maestría en Agricultura Sustentable y Sostenible por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Técnico Independiente, Venta de bioestimulantes, Babahoyo.
Correo electrónico: robertrivera27@hotmail.com

Alex Francisco Bajaña Sánchez

Ingeniero Agropecuario por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador
Candidate de la Maestría en Producción Animal, con Mención a Rumiantes y Monogástricos por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad), Guayaquil
Correo electrónico: alex_junior17@outlook.es

Luis Enrique Olaya Castro

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador
Candidate a Master en Agronomía Mención en Protección Vegetal por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador
Syngenta Crop Protection
Km 1.5 Samborondón - Puntilla CC - Los Arcos Edificio El Portal, 4to Piso Oficina 408, Guayaquil, Ecuador
Correo electrónico: luis.olaya_castro@syngenta.com

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da fertilização do solo e foliar na cultura do milho. A pesquisa foi realizada nas terras da fazenda "Elvira", de propriedade do Sr. Segundo Murillo Bermeo, localizada na paróquia de Pimocha, Babahoyo. As coordenadas geográficas são 79° 60' de longitude oeste e 01° 83' de latitude sul e uma altitude de 8 metros acima do nível do mar. O solo é argiloso, com drenagem e topografia regulares. O híbrido Somma foi usado como material de plantio. Os tratamentos estudados foram: Bioshield na dose de 1,0 L/ha; Extrato de algas marinhas 1,0 L/ha; Biol 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolite 635 kg/ha; Sulpomag 300 kg/ha e Nitrogênio (controle convencional) 70 kg/ha. Foi usado um projeto experimental de bloco completo aleatório, com sete tratamentos e três réplicas. O teste de Tukey a 95% de probabilidade foi usado para comparar as médias. Os dados avaliados foram dias de floração e maturação da espiga, altura da planta, altura de inserção da espiga, comprimento da espiga, número de grãos por espiga,

rendimento e análise econômica. A partir dos resultados, foi determinado que os tratamentos que aplicaram fertilização edáfica floresceram e amadureceram em um tempo maior; a maior altura de planta foi obtida com a aplicação de Sulpomag na dose de 300 kg/ha e o uso de Humus la florida na dose de 800 kg/ha superou as médias em termos de altura de inserção da espiga; o maior comprimento de espiga e número de grãos/espiga foi observado no tratamento com Sulpomag na dose de 300 kg/ha e o melhor rendimento foi registrado com Sulpomag na dose de 300 kg/ha.

Palavras-chave: Nutrição, foliar, edáfico, rendimento, milho.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of soil and foliar fertilization on the corn crop. It was carried out on the land of the "Elvira" farm, owned by Mr. Segundo Murillo Bermeo, located in the Pimocha parish, Babahoyo canton. The geographical coordinates are 79° 60' west longitude and 01° 83' south latitude and an altitude of 8 meters above sea level. The soil is loam, with regular drainage and topography. The Somma hybrid was used as planting material. Treatments were studied based on Bioshield at a dose of 1.0 L/ha; Seaweed extract 1.0 L/ha; Biol 2.0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolite 635 kg/ha; Sulpomag 300 kg/ha and Nitrogen (conventional control) 70 kg/ha. A Randomized Complete Block experimental design was used, with seven treatments and three replications. For the comparison of the averages, Tukey's test was used at 95 % probability. The data evaluated were days of flowering and ear maturation, plant height, ear insertion height, ear length, number of grains per ear, yield and economic analysis. From the results shown, it was determined that the treatments that applied edaphic fertilization flowered and matured in a longer time; the greatest plant height was obtained by applying Sulpomag at a dose of 300 kg/ha and the use of Humus la florida at a dose of 800 kg/ha surpassed the averages in terms of ear insertion height; the highest ear length and number of grains/ear was observed in the treatment using Sulpomag at 300 kg/ha and the best yield was reported when Sulpomag was applied at 300 kg/ha.

Keywords: Nutrition, foliar, edaphic, yield, corn.

1 INTRODUCCIÓN

INIAP (2016) indica que el maíz duro en el Ecuador es una de las pocas especies que se cultivan a nivel nacional (costa, sierra, oriente y galápagos), por lo que es considerado uno de los productos agrícolas más importantes, tanto para consumo humano como por su uso en la agroindustria.

San Camilo (2016) señala que el maíz amarillo duro (tipo cristalino) que se produce en Ecuador, es de excelente calidad tanto para la elaboración de alimentos balanceados como para las industrias de consumo humano; debido a su elevado contenido de fibra, carbohidratos, caroteno y el alto nivel de rendimiento en la molienda, así como por sus precios, nuestro maíz es de gran aceptación en países fronterizos. Además nuestra producción se complementa con las necesidades del mercado colombiano, gracias al ciclo del cultivo, las condiciones geográficas y climáticas de las zonas maiceras ecuatorianas. La temporada de cosecha más alta se da en ciclo de invierno (Abril - Julio).

Hernández (2019) publica que la fisiología del cultivo depende del factor genético, y la forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales: temperatura, humedad y aireación, el maíz germina dentro de los 6 días. Períodos de sequía y temperaturas altas provocan una maduración temprana. No requiere luz para germinar y no presenta problemas de latencia. La temperatura óptima para la germinación es de 20 a 25 °C, con una mínima de 10 °C y máxima de 40 °C. El cambio de la fase vegetativa a la reproductiva se produce más temprano cuando el período de cultivo coincide con días cortos de luz. Durante días largos florece tardíamente.

INIAP (2016) manifiesta que la producción exitosa de maíz, requiere de sólidas prácticas agronómicas de manejo del cultivo; prácticas que empiezan desde la selección de las tierras apropiadas, utilización de semilla de calidad, así como también de un programa efectivo de manejo de nutrientes y control de enfermedades y plagas, de tal manera que se asegure los máximos rendimientos. Es importante conocer la fenología de un cultivo para elaborar un buen calendario de siembra y de esa manera evitar pérdidas y aumentar las ganancias. En el cultivo de maíz se podría decir que no hay un tiempo exacto del desarrollo de las fases ya sean vegetativas o reproductivas ya que estas varían según las variedades o híbridos pero se estima un tiempo de 17 a 18 semanas desde el inicio de la siembra hasta la cosecha Caviedes *et al* (2022) difunden que es recomendable hacer un análisis de suelo, para realizar un encalado y/o correctivo. Sin embargo, se puede recomendar 120 N-100 P-80 K kg/ha más 20 kg de Mg/ha. El N y K debe fraccionarse: 40 % a la siembra y 60 % a los 30-40 días después de la siembra. Aplicar micronutrientes al suelo (4-5 kg/ha). Deshierba y aporque. 30-40 días después de la siembra se aplica fertilizante complementario. Medio aporque: a los 30-40 cm altura planta. Aporque 70 a 80 cm altura.

Organic (2016) aclara que en la agricultura orgánica son fundamentales las prácticas de enriquecimiento de los suelos, como la rotación de cultivos, los cultivos mixtos, las asociaciones simbióticas, los cultivos de cubierta, los fertilizantes orgánicos y la labranza mínima, que benefician a la fauna y la flora del suelo, mejoran la formación de éste y su estructura, propiciando sistemas más estables. A su vez, se incrementa la circulación de los nutrientes y la energía, y mejora la capacidad de retención de nutrientes y agua del suelo, que compensa que se prescindan de fertilizantes minerales. Estas técnicas de gestión también son importantes para combatir la erosión, se reduce el lapso de tiempo en que el suelo queda expuesto a ésta, se incrementa la biodiversidad del suelo y disminuyen las pérdidas de nutrientes, lo que ayuda a mantener y mejorar la productividad del suelo. La emisión de nutrientes de los cultivos suele compensarse con los recursos renovables de origen agrícola, aunque a veces es necesario añadir a los suelos potasio, fosfato, calcio, magnesio y oligoelementos de procedencia externa.

Ramos (2016) sostiene que los fertilizantes orgánicos contribuyen a que el suelo tenga una mejor salud ya que aumenta la materia orgánica (mejora la estructura del suelo), reduce la erosión del suelo y ayuda a un ecosistema saludable. Además y por si fuera poco al no contener productos químicos no estarás expuesto a gases perjudiciales.

Para Suquilanda (2016) la fertilización orgánica se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se recomienda aplicar de 6 a 8 toneladas de compost o gallinaza descompuesta más 500 kilos de roca fosfórica por hectárea y 500 kilos de sulpomag, para luego a partir de que la planta tenga entre 6 a 8 hojas iniciar con una fertilización complementaria a base de fertilizantes foliares tales como bioles, abono de frutas, extracto de algas, etc.

Segovia (2006) difunde que el fertilizante o abono es cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal. Los fertilizantes y abonos se encargan de entregar y devolver a la tierra los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento de plantas. Se podría abonar solo con los orgánicos, pero es más costoso y en determinados momentos hacen falta grandes cantidades de nitrógeno, por ejemplo, el cual no pueden suministrarlo, ya que ellos se descomponen lentamente, a su ritmo, según el clima y el tipo de suelo.

De acuerdo a Ramos (2016) la liberación lenta, gradual y natural de nutrientes es una de las grandes ventajas del fertilizante orgánico. Esta liberación natural de elementos significa que hay un menor riesgo de que exista demasiada fertilización y perjudique la salud del suelo. Además tendrás que aplicar fertilizantes con menos frecuencia lo que te reducirá los gastos. Las plantas crecen a un ritmo natural y saludable, por lo que serán plantas más fuertes y estables, algo que no ocurre con aquellas plantas que crecen a un ritmo acelerado.

Para Suquilanda (2016), con el fin de estimular el mejoramiento de la cosecha, se recomienda la aplicación de aspersiones foliares de BIOL que es un fitoestimulante artesanal que resulta de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica (estiércol + leguminosas + melaza + microorganismos + sulfatos), el que aplicado al cultivo, estimula el crecimiento de las raíces y el follaje, y un mayor llenado del grano, lo que da como resultado un aumento de la productividad (mayor al 50 %).

Cruz (2016) señala que los beneficios de usar estos abonos son varios, entre ellos podemos rescatar que necesita menos energía para su producción; que permite la obtención de alimentos más frescos y sanos para el consumo; que aumenta la cantidad y calidad de los cultivos; y que aporta materia orgánica al suelo

De acuerdo a Ortega (2015), los fertilizantes orgánicos mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, aumentan su actividad biológica, son una fuente importante para mejorar sus propiedades. Es por eso que el uso de residuos animales como fertilizante proporciona el retorno y la reutilización de los nutrientes.

Suquilanda (2016) indica que las aplicaciones de biofertilizantes (biol, purin, abono de frutas, vinagre de madera, extracto de algas) y harinas de rocas (roca fosfórica, sulpomag, cal agrícola, etc), se deben hacer entre el tercer día de luna creciente y el tercer día de luna llena, pues en este espacio de tiempo los granos de este cultivo son estimuladas por la luz de las fases lunares.

Moreira (2019) publica que la mayoría de abonos o fertilizantes químicos que se usan suelen incluir solo tres nutrientes: el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Las plantas necesitan más cantidad de éstos elementos que de ningún otro. Es conveniente asimismo aportar los demás elementos para prevenir carencias de magnesio, hierro, manganeso y boro.

Conagra (2016) manifiesta que Seaweed extract es un producto orgánico-natural, no tóxico a base de extractos de algas marinas de Noruega, contiene 56 elementos, los mayores en forma soluble y los menores en forma quelatizada; además contiene carbohidratos, proteínas, ácidos orgánicos, vitaminas, trazas de aminoácidos y reguladores de crecimiento propios de las algas. Es extraído mediante un proceso natural para preservar sus componentes sin alterar su forma original; no presenta ningún agregado de compuestos naturales o sintéticos por lo cual se garantiza al 100 % el extracto de algas. Puede ser empleado en un programa de agricultura orgánica y/o convencional ya que cuenta con Certificación Orgánica

INIA (2008) señala que el Biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastrojos, etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. Entre las ventajas están: Se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran en la comunidad; no requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar; su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase; tiene bajo costo; mejora el vigor del cultivo, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima; el tiempo desde la preparación hasta la utilización es largo; en extensiones grandes se requiere de una mochila para aplicar.

Bioagrotecsa (2016) manifiesta que el humus sólido es el resultado de la descomposición de la materia orgánica por acción biológica de las lombrices y microorganismos que actúan a través del tiempo. Es muy importante por la presencia de ácidos fúlvicos, húmicos, microorganismos en cantidades sobre los 20 mil millones por gramo de materia seca, entre otros.

Andino (2011) menciona que la materia orgánica y humus son términos que describen cosas algo diferentes pero relacionadas entre sí. la materia orgánica se refiere a la fracción del suelo que está compuesta tanto de organismos vivos como de residuos muertos en varios estados de descomposición. humus es sólo una pequeña porción de la materia orgánica. es el producto final de la descomposición de la materia orgánica y es relativamente estable. la continuación de la descomposición del humus ocurre muy lentamente en ambientes agrícolas y naturales. en sistemas naturales, se alcanza un balance entre la cantidad de formación de humus y la cantidad de descomposición de este.

Según Guaman *et al* (2020), el Humus tiene como función potenciar la acción de los fertilizantes al mejorar la eficiencia de recuperación de estos, regular la nutrición vegetal, favorecer la formación de agregados estables arcillos-húmicos que dan origen a la estructura granular del suelo. Además aumenta la capacidad de retención de humedad, mejora la velocidad de infiltración, evita la erosión producida por escurrimiento superficial, ayuda a taponar cambios del Ph del suelo, inactiva los compuestos o elementos orgánicos tóxicos, fuente nutricional y energética de los microorganismos edáficos, favorece el normal desarrollo de las cadenas tróficas.

Armijo y Umajinga (2023) expresan que el humus biológicamente estimula la planta, químicamente cambia las propiedades de fijación del suelo y físicamente modifica el suelo. Como beneficios biológicos: estimula las enzimas de la plantas, actúa como un catalizador orgánico, estimula el crecimiento y la proliferación de microorganismos necesarios para el suelo tanto como algas y levaduras, aumenta la respiración y formación de la raíz, estimula el crecimiento de la raíz especialmente en su ancho, aumenta la permeabilidad de las membranas de la planta, promoviendo la asimilación de los nutrientes, eleva el contenido de vitaminas de las plantas, eleva la germinación de la semilla y su viabilidad, estimula el crecimiento de la planta al acelerar la división celular y elevando el grado de desarrollo en el sistema radicular.

Torres (2019) difunde que el nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa. Las deficiencias de nitrógeno se evidencian por clorosis (amarillamiento) de las hojas mas viejas. El maíz requiere alrededor de 20 - 25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10.000 kg/ha de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de maíz 200-250 kg. Esta cantidad sería la demanda de nitrógeno para este nivel de rendimiento.

2 METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló en los terrenos de la Hda. "Elvira, de propiedad del Sr. Segundo Murillo Bermeo, ubicados en la parroquia Pimocha, cantón Babahoyo. Las coordenadas geográficas son 79° 60' de longitud oeste y 01° 83' de latitud sur y una altura de 8 msnm. El suelo es franco, drenaje y topografía regular. Se estudiaron dos factores; a) Comportamiento agronómico del maíz; b) Dosis de fertilizantes orgánicos.

Se evaluaron los tratamientos, tal como se detalla a continuación en la Tabla 1:

Tabla 1: Tratamientos estudiados

Nº	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar
T3	Biol	2,0 L	Foliar
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica

Para el desarrollo y evaluación estadística del ensayo se aplicó el diseño experimental Bloques Completos al Azar, con siete tratamientos y tres repeticiones. Para la evaluación y comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de posibilidades.

Se efectuó con un pase de romplow y uno de rastra en sentido contrario, lo cual permitió un buen suelo para una adecuada germinación de las semillas. La siembra se realizó con un espeque, colocando una semilla por sitio a distancias de 0,60 m x 0,20 m entre hileras y plantas, respectivamente. El control de malezas se realizó en forma manual con rabón, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. Se utilizó riego por gravedad, efectuando dos riegos semanalmente desde inicios del cultivo hasta aproximadamente la floración. La fertilización edáfica se efectuó en función de un nivel de producción de 4000 kg/ha, mientras la fertilización foliar se utilizó como complemento a los depósitos de nutrientes en el suelo. Los fertilizantes foliares se aplicaron a los 35 y 50 días después de la siembra, utilizando una bomba de aspersion de mochila, calibrada a un volumen de 250 L/ha de agua. Los fertilizantes edáficos fueron colocados en el suelo a los 30 y 45 días después de la siembra, para lo cual se colocaron a 5 cm de la planta, enterrados con un espeque. Dentro del control fitosanitario entre los 25 días después de la siembra se presentó un ataque de langosta (*Spodoptera frugiperda*), el cual se controló con Methavin en dosis de 300 g/ha. A los 35 días después de la siembra se registró el ataque de la misma plaga, aplicando en este caso cypermetrina 250 cc/ha. La cosecha se realizó manualmente cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica y los granos obtuvieron un 26 % de humedad, aproximadamente.

La altura de planta se determinó seleccionado al azar diez plantas por parcelas experimental y se midió la altura desde el nivel del suelo hasta la inserción de la inflorescencia.

La altura de inserción de la mazorca se tomó al azar diez plantas por parcela experimental y se midió la altura desde el nivel del suelo hasta la inserción de la primera mazorca viable.

La longitud de la mazorca se determinó tomando diez mazorcas por unidad experimental, midiendo la longitud desde una punta hacia el otro extremo de la misma. Sus promedios fueron expresados en cm.

El número de granos por mazorca se evaluó en las diez mazorcas evaluadas anteriormente, se contabilizó el número de granos provenientes de las mismas.

Los días de floración se determinó contando los días desde la siembra del cultivo hasta que las flores femeninas obtuvieron el 50 % de presencia en cada una de las parcelas experimentales.

Para la determinar días a la maduración de la mazorca se procedió a contar los días desde la siembra del cultivo hasta que la mazorca alcanzó la madurez fisiológica en cada una de las parcelas experimentales.

El rendimiento se determinó por el peso de granos, provenientes del área útil de cada unidad experimental, ajustando al 13 % de humedad final, empleando la siguiente formula:

$$Pu = \frac{Pa (100 - Ha)}{(100 - Hd)}$$

Pu: Peso uniformizado

Pa: Peso actual

Ha: Humedad actual

Hd: Humedad deseada

3 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico fue realizado en función del rendimiento de grano y el costode cada uno de los tratamientos, obteniendo la utilidad neta.

4 RESULTADOS

En relación a la variable altura de planta el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 2,06 m y el coeficiente de variación 1,54 % (Tabla 2).

La mayor altura de planta se obtuvo en el tratamiento que se utilizó Sulpomag en dosis de 300 kg/ha con 2,14 m, estadísticamente igual a las aplicaciones con los productos Biol 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolita 635 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás

tratamientos, cuyo menor valor fue para el tratamiento que se empleó Nitrógeno (Testigo convencional) 70 kg/ha con 1,99 m.

Tabla 2. Altura de planta aplicando fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Altura de planta cm	Altura de inserción cm
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	2,00 cd	0,83 b
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	2,04 bcd	1,08 ab
T3	Biol	2,0 L	Foliar	2,10 ab	1,19 ab
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	2,10 ab	1,21 a
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	2,08 abc	1,07 ab
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	2,14 a	1,10 ab
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	1,99 d	1,04 ab
Promedio general				2,06	1,07
Significancia estadística				**	**
Coeficiente de variación				1,54 %	12,23 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

** : altamente significativo

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en la variable longitud de mazorca, el promedio general fue 18,8 cm y el coeficiente de variación 4,64 %, según se observa en la Tabla 3. La mayor longitud de mazorca se observó en el tratamiento que se utilizó Sulpomag en dosis de 300 kg/ha con 20,8 cm, estadísticamente igual a las aplicaciones con los productos Biol 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolita 635 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor valor fue para el tratamiento que se empleó Bioescudo 1,0 L/ha con 17,2 cm.

Los valores promedios en la variable número de granos por mazorca se observan en la misma Tabla 3. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas, el promedio general fue 452 granos/mazorca y el coeficiente de variación 14,22 %. El tratamiento que se aplicó el producto Sulpomag 300 kg/ha obtuvo mayor número granos/mazorca y el menor valor fue para el tratamiento que se utilizó Zeolita 635 kg/ha con 345 granos/mazorca.

Tabla 3. Longitud de mazorca y número de granos/mazorca con la aplicación de fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz.

N°	Tratamientos	Dosis ha	Aplicación	Longitud cm	Número de granos
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	17,2 b	470
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	18,3 b	454
T3	Biol	2,0 L	Foliar	19,0 ab	412
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	19,0 ab	489
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	19,3 ab	345
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	20,8 a	508
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	17,9 b	489
Promedio general				18,8	452
Significancia estadística				**	ns
Coeficiente de variación				4,64 %	14,22 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns: no significativo

** : altamente significativo

En la Tabla 4, se registran los valores promedios de la variable días a floración. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 51 días y el coeficiente de variación 1,84 %. Los tratamientos que se aplicaron los productos Biol en dosis de 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolita 635 kg/ha y Nitrógeno (Testigo convencional) 70 kg/ha florecieron a los 51 días, a diferencia del resto de tratamientos Bioescudo 1,0 L/ha; Seaweed extract 1,0 L/ha y Sulpomag 300 kg/ha que florecieron en menor tiempo a los 50 días.

Los valores promedios de la variable días a maduración se observan en la misma Tabla 4. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas, el promedio general fue 111 días y el coeficiente de variación 0,71 %. Los tratamientos que se aplicaron los productos Biol en dosis de 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolita 635 kg/ha y Sulpomag 300 kg/ha maduraron a los 111 días, mientras que resto de tratamientos Bioescudo 1,0 L/ha; Seaweed extract 1,0 L/ha y Nitrógeno (Testigo convencional) 70 kg/ha maduraron a los 110 días.

Tabla 4. Días a floración y maduración aplicando fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

N°	Tratamientos	Dosis ha	Aplicación	Días a floración	Días a maduración
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	50,0	110,0
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	50,0	110,0
T3	Biol	2,0 L	Foliar	51,0	111,0
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	51,0	111,0
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	51,0	111,0
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	50,0	111,0
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	51,0	110,0
Promedio general				50,57	110,57
Significancia estadística				ns	ns
Coeficiente de variación				1,84 %	0,71 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey 95 % de probabilidad.
ns: no significativo

Los valores promedio de rendimiento se presentan en la Tabla 5. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 4535,3 kg/hay el coeficiente de variación 14,16 %. El tratamiento que se aplicó el producto Sulpomag en dosis de 300 kg/ha obtuvo mayor rendimiento con 5102,5 kg/ha y el menor valor fue para el tratamiento que se utilizó Zeolita 635 kg/ha con 3485,4 kg/ha.

Tabla 5. Rendimiento por hectárea aplicando fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Rendimiento kg/ha
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	4704,4
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	4551,3
T3	Biol	2,0 L	Foliar	4132,3
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	4894,8
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	3485,4
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	5102,5
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	4876,7
Promedio general				4535,3
Significancia estadística				ns
Coeficiente de variación				14,16 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.
ns: no significativo

5 DISCUSIÓN

Los resultados encontrados determinaron que el uso de fertilización orgánica edáfica y foliar, presenta una influencia parcial sobre las características agronómicas del maíz, evaluadas en el presente ensayo

Los resultados obtenidos reflejan que las expresiones morfo-fisiológicas de las plantas de maíz híbrido, no logran su máximo potencial con solo la aplicación de fertilización orgánica foliar, logrando en algunos casos promedios reducidos, lo que concuerda con Ortega (2015) al mencionar que Ortega (2015) entre las desventajas de los fertilizantes orgánicos, se tiene que crean un desequilibrio de nutrientes, por lo que resulta difícil equilibrar con precisión todos los nutrientes necesarios. Además existe la posibilidad de sobredosis y presencia de sustancias tóxicas (plomo, aluminio). También coincide con Cepeda (2016) quien difunde que una de las desventajas del abono orgánico, es que pueden provocar eutrofización, y además de las concentraciones, las cuales por lo regular bajas.

La aplicación de fertilización orgánica edáfica reportó resultados prometedores y con potencial de uso agrícola, sin embargo las dosis planteadas en el ensayo no expresaron todo el potencial del híbrido de maíz y además, tal como lo indica Suquilanda (2016) quien menciona que la fertilización orgánica se efectúa normalmente según las características de cada plantación. Así mismo Ramos (2016), señala que al ser productos de liberación lenta, gradual y natural de nutrientes, es beneficioso para el manejo de suelos. Esta liberación natural de elementos significa que hay un menor riesgo de que exista demasiada fertilización y perjudique la salud del suelo. Además, se tendrá que aplicar fertilizantes con menos frecuencia lo que te reducirá los gastos. Las plantas crecen a un ritmo natural y saludable, por lo que serán plantas más fuertes y estables, algo que no ocurre con aquellas plantas que crecen a un ritmo acelerado. Sin embargo, este sería una desventaja en híbridos de rápido crecimiento y niveles de adsorción de los nutrientes.

La aplicación de fertilización química a base de Sulpomag y Nitrogeno, en las dosis planteadas, obtuvieron mayor beneficio neto, tal como lo indica Torres (2019) que el nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa. El maíz requiere alrededor de 20 -25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida.

Adicionalmente los análisis de estadística demuestran que las diferentes aplicaciones de fertilizantes orgánicos foliares y edáficos lograron incrementos generales en las variables

relacionadas con el crecimiento vegetal, debido a que los mismos al poner los nutrientes a disposición de la planta de una manera más adecuada y distribuida, el proceso de asimilación y nutrición es realizado de mejor manera, ya que la planta tiene cierta cantidad de nutrientes en todas sus etapas de máximo desarrollo lo que no afecta la producción del cultivo. Esto se explica con lo manifestado por Ramos (2016) al sostener que los fertilizantes orgánicos contribuyen a que el suelo tenga una mejor salud, ya que aumenta la materia orgánica (mejora la estructura del suelo), reduce la erosión del suelo y ayuda a un ecosistema saludable. Además, y por si fuera poco al no contener productos químicos no existe la exposición a gases perjudiciales.

El mayor rendimiento en peso de grano se encontró con la aplicación de Sulpomag en dosis 300 kg/ha (5102,5 kg/ha). Esta aplicación incentiva al cultivo a lograr un crecimiento relativamente parejo y sostenido, lo cual es previsible ya que la aportación balanceada de nutrientes y su mejor distribución en el sistema radicular estimulan el desarrollo vegetativo adecuado de las plantas maximizando su potencial productivo.

En lo referente a las variables: días a floración, días a maduración fisiológica, número de granos por mazorca y rendimiento por hectárea, no determinaron significancia estadística en las evaluaciones realizadas. Lo que permite ver que la influencia de los fertilizantes en los suelos del ensayo, no afectan estas variables sino directamente la morfología de la planta, lo que explica lo escrito por INIA (2008), quienes indican que mejoran el vigor del cultivo, logrando mayor respuesta a los efectos adversos del clima.

El trabajo se realizó en un suelo desbrozado, en el cual no se realizaban labores agrícolas, lo cual pudo haber afectado la liberación del nitrógeno, reteniéndolo dentro del mismo (efecto de mineralización). Sin embargo, al no ser medida esta variable, solo pasa a ser una especulación. Adicionalmente no fue realizado un análisis del suelo, por lo tanto, el desconocimiento de los diversos contenidos nutricionales, afectó el resultado final.

6 CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

- La aplicación de fertilizantes orgánicos foliares y edáficos, no tienen una influencia directa sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz híbrido Somma.
- Las variables días a floración y días a maduración, no presentaron significancia estadística por la aplicación de los fertilizantes.
- Plantas más altas se lograron aplicando Sulpomag 300 kg/ha, mientras el aporte de Humus 800 kg/ha sobre el suelo aumenta la altura de inserción.
- Las aplicaciones de Sulpomag 300 kg/ha logran mayor longitud de mazorca,

con relación a los demás tratamientos.

- El número de granos por mazorca numéricamente es mayor aplicando Sulpomag 300 kg/ha.
- El híbrido Somma con la aplicación de Sulpomag 300 kg/ha (5102,5 kg/ha) obtuvo más rendimiento, con incrementos del 31,69 % con relación al tratamiento Zeolita que tuvo el menor promedio.
- El tratamiento con la aplicación de Fertivin 50 kg/ha y Arroceros 300 kg/ha (5188.5 kg/ha) obtuvo un rendimiento entre los fertilizantes, siendo superior a los demás tratamientos.

REFERENCIAS

- Armijo, E., Umajinga, E. 2023. Evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el cantón La Maná. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. La Mana, Ecuador.
- Andino, J. 2011. Fertilización química en híbridos de maíz (*Zea mays*) en la zona de Balzar, provincia del Guayas (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Bioagrotecsa. 2016. Humus La Florida en Ambato (Ecuador). Disponible en <https://5900-ec.all.biz/humus-la-florida-g11991>
- Caviedes, M., Carvajal, C., Zambrano, T. 2022. Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 14(1), 1-21.
- Conagra. 2016. Producto Seaweed Extract (*Ascophyllum nodosum*). Disponible en <http://www.conagra.com.pe/productos.php?idProducto=44>
- Cruz, D. 2016. Los 7 beneficios de utilizar abonos orgánicos en los cultivos. Disponible en <http://www.contextoganadero.com/agricultura/los-7-beneficios-de-utilizar-abonos-organicos-en-los-cultivos>
- Guamán, R., Desiderio, T., Villavicencio, A, Ulloa, S., Romero, E. 2020. Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra* 7(2), 047-056.
- Hernández, J. 2019. Situación del cultivo de maíz en Ecuador. xxiii Reunión Latinoamericana del Maíz y iv Congreso de Semillas. INIAP. Ecuador. 3 p.
- INIA (*Instituto Nacional de Innovación Agraria*). 2008. Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad. Producción y uso del biol. Disponible en http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/biol.pdf
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2016. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro. Disponible en http://sinagap.agricultura.gob.ec/infoproductor/maiz/descargas/buenas_practicas/iniap.pdf
- Moreira, B. 2019. Evaluación agronómica de híbridos de maíz (*Zea mays* L.), en la época lluviosa en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- Organic. 2016. Beneficios ambientales de la agricultura moderna. Disponible en <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/es/>
- Ortega, D. 2015. Tipos de fertilizantes orgánicos y sus Ventajas y desventajas. Disponible en <http://www.jardinesverticalesweb.com/tipos-de-fertilizantes-organicos-y-sus-ventajas-y-desventajas/>
- Ramos, C. 2016. Ventajas de los fertilizantes orgánicos. Disponible en <http://jardinplantas.com/ventajas-fertilizantes-organicos/>

San Camilo. 2016. Nuestras semillas: maíz. Disponible en <http://www.sancamilo.com.ec/maiz.html>

Suquilanda, M. 2016. Producción orgánica de cultivos andinos. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_pr oduccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf. 173, 174

Segovia, J. 2006. Evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con cinco dosis de doble sulfato de potasio y magnesio, bajo el sistema de siembra directa en la zona de San Carlos- Quevedo (Tesis de Ingeniería). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Santo Domingo de los Tsáchilas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

Torres, M. 2019. Fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Nitrogenada%20del%20Cultivo%20de%20Maiz.asp>