

**FACULTAD DE  
CIENCIAS NATURALES Y AGROPECUARIAS**

**TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO.**

**Título: Evaluación de alternativas de fertilización en el cultivo del Maíz (*Zea mays* L.) variedad Gibara, en áreas de una finca perteneciente a la CCS “José Martí” del municipio “Gibara”**

**Autor: Anisleidys Carralero Pupo.**

**Tutor: MS,c. Yuraisys García Naún**

**Holguín, 2022**

Pensamiento



*"La agricultura es la única fuente constante, cierta y eternamente pura de riquezas."*

*José Martí*

Dedicatoria:

Quiero dar gracias primero a Dios por darme las fuerzas, la constancia y la dedicación para culminar con mi objetivo de llegar a ser una profesional.

Con mucho cariño dedicó este trabajo:

A mi madre, a mis abuelos, a mi pareja y todos mis familiares que son pilar fundamental de mi vida. Los cuales me han apoyado en todo momento de mi vida y se sienten orgullosos de verme cumplir con mi meta y todos los que se involucraron en la realización de este proyecto de investigación.

A todos

muchas gracias.

## Agradecimientos:

Agradezco a Dios por bendecir mi vida y proceso estudiantil gracias a él he podido cumplir mi meta y sueño tan anhelado.

A mi familia: mi mamá, mis abuelos, a mi pareja, a mis amistades, a mi tío, por todo el apoyo que me brindaron

Al presidente de la CCS José Martí.

A Ms.C. Yuraisys García Naún. Tutora de mi proyecto.

A mis profesores por sus conocimientos brindados.

## RESUMEN

La investigación se desarrolló durante los meses de febrero a julio del 2022 en áreas de la CCS “José Martí” del municipio “Gibara”, sobre un suelo Pardo con Carbonatos. Se evaluó el efecto de diferentes alternativas de fertilización en el cultivo del Maíz (*Zea mays L.*) variedad Gibara. Para la realización del trabajo se utilizó un experimento con un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres réplicas que comprendió el uso de abonos orgánicos humus de lombriz sólido, humus de lombriz líquido y FitoMás. Se evaluaron los siguientes indicadores: altura de las plantas, números de hojas por plantas, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de 100 granos y rendimiento ( $t/ha^{-1}$ ). Para su realización se utilizaron los métodos teóricos, empíricos y procedimientos estadísticos. El mejor comportamiento de los indicadores evaluados lo obtuvo el T-4 (Aplicación de humus de lombriz sólido + FitoMás). El testigo tuvo un comportamiento intermedio. Los rendimientos alcanzados superaron la media histórica en el municipio que es de  $1t/ha^{-1}$ . Se realizó un análisis económico de los rendimientos obtenidos, los resultados mostraron que la utilización de la alternativa de fertilización provocó un efecto directo sobre el crecimiento de las plantas de maíz, el rendimiento y sus componentes, los mismos sugieren la utilización de combinaciones de abonos orgánicos y bioestimulantes para la obtención de altos rendimientos de forma sostenible.

Palabras claves: maíz, FitoMas E, abono orgánico, bioestimulantes

## **ABSTRACT**

The research was carried out during the months of February to July 2022 in areas of the CCS "José Martí" of the "Gibara" municipality, on a Brown soil with Carbonates. The effect of different fertilization alternatives in the cultivation of Maize (*Zea mays* L.) variety Gibara was evaluated. To carry out the work, an experiment with a randomized block design with five treatments and three replications was used, which included the use of organic fertilizers, solid earthworm humus, liquid earthworm humus and phytoMás. The following indicators were evaluated: plant height, number of leaves per plant, number of rows per ear, number of grains per row, weight of 100 grains and yield (tha<sup>-1</sup>). For its realization, theoretical and empirical methods and statistical procedures were used. The best behavior of the evaluated indicators was obtained by T-4 (Application of solid earthworm humus + phytoMás). The witness had an intermediate behavior. The yields achieved exceeded the historical average in the municipality, which is 1tha<sup>-1</sup>. An economic analysis of the yields obtained was carried out, the results showed that the use of the fertilization alternative caused a direct effect on the growth of corn plants. , yield and its components, they suggest the use of combinations of organic fertilizers and biostimulants to obtain high yields in a sustainable way.

Key words: Maize, FitoMas E, organic fertilizers, biostimulants.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
1.1 Características generales del cultivo del maíz. ....	4
1.2 Ubicación taxonómica y características botánicas. ....	4
1.3 Importancia del cultivo del maíz. ....	4
1.4 Características morfológicas del maíz.....	5
1.5 Características de la variedad Gibara .....	6
1.6 Labores culturales del cultivo del maíz.....	6
1.7 Exigencias climáticas. ....	8
1.8 Caracterización de la agricultura sustentable.....	10
1.9 FitoMás .....	11
1.10 Generalidades sobre el FitoMás E. ....	12
1.11 Modo de acción.....	12
1.12 Momento y técnica de aplicación. ....	14
1.13 Empleo de la lombricultura para la producción de abono orgánico .....	16
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1. Caracterización de la localización del ensayo. ....	21
2.2. Suelo .....	21
2.3. Manejo del cultivo.....	21
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	26
CONCLUSIONES.....	34
RECOMENDACIONES .....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36
ANEXOS.....	39

## INTRODUCCIÓN

La agricultura cumple un rol esencial para los seres humanos por ser proveedora de necesidades básicas para la vida en el planeta. La producción de alimentos, fibras, energía (combustibles de biomasa vegetal) y otros servicios (hábitat para seres humanos y animales, paisajes, captura de carbono; interviene en los ciclos del agua y de nutrientes, en la regulación de la temperatura, control de la erosión, etc.) Son actividades provistas casi exclusivamente por la agricultura (Sarandón, 2020).

Hoy en día, los abonos orgánicos son de gran importancia, pues han demostrado ser efectivo en el incremento de rendimiento y mejora la calidad de los productos, tienen la particularidad de liberar nutrimentos en forma gradual, su uso garantiza un cierto suministro de nutrimentos para el cultivo durante su desarrollo. Mejoran la estructura del suelo, la porosidad, aireación y capacidad de retención de agua, confieren al suelo una mayor capacidad productiva, conservación de su fertilidad en el tiempo y ser sostenibles con el paso de los ciclos productivos (los abonos orgánicos. beneficios, tipos y contenidos nutrimentales)

A nivel mundial el cultivo del maíz es de gran importancia económica ya sea como alimento o como fuente de un gran número de productos industriales. El principal productor del mundo es EE.UU y de sus 384 millones de toneladas producidas en la campaña anterior, un 84% se consumieron en el mercado interno, destinando el 35% del total producido a la elaboración de bioetanol. China el segundo productor, (aunque es utilizado para consumo interno). Brasil es el tercer productor mundial de maíz, en la presente campaña exportará como grano sólo el 33% de su producción, y es creciente la cantidad del cereal que destina a bioetanol combustible. Argentina, el cuarto productor mundial de maíz, destina a la exportación como grano un 75% del total, lo que ofrece una enorme oportunidad para crecer en la industrialización local del maíz, así como transformarlo en proteína animal (Congreso Maizar, 2022).

Actualmente en Cuba es una tarea de primer orden para los productores de granos elevar los rendimientos de maíz por unidad de suelo. Ello se basa en la importancia de este grano para la alimentación humana y animal, a la vez que permitirá disminuir sensiblemente la importación de éste, con enormes erogaciones de divisa al mercado

Internacional. Los rendimientos en el cultivo del maíz en la provincia Holguín, son generalmente bajos debido a la marcada degradación de los suelos agrícolas y a la carencia de fertilizantes para la nutrición de este cultivo, por ello se hace imperante aplicar las medidas que conduzcan al crecimiento de los rendimientos de este importante grano en la alimentación humana y animal.

En el municipio Gibara solo alcanza  $1.90 \text{ t/ha}^{-1}$  y en la CCS donde se realiza el trabajo se alcanzan 2,2 toneladas, debido a los siguientes problemas deficiente calidad de la semilla, deterioro de los suelos (pérdida de fertilización y erosión), por una deficiente e inadecuada fertilización. Ante los problemas que existen en la “CCS José Martí”, la producción de maíz, no logra alcanzar rendimientos acordes con el potencial productivo de las variedades existentes. En consecuencia, se parte del siguiente **problema científico**: ¿Cuál será el efecto de la aplicación de diferentes alternativas de fertilización en el cultivo del Maíz (*Zea mays L.*) variedad Gibara, en áreas de una finca perteneciente a la CCS “José Martí” del municipio “Gibara”?

Como **Hipótesis**: Si se aplican diferentes alternativas de fertilización en el cultivo del Maíz (*Zea mays L.*) variedad Gibara, en áreas de una finca perteneciente a la CCS “José Martí” del municipio “Gibara”, se puede recomendar la más efectiva para garantizar altas producciones en este cultivo.

**Objetivo general**: Evaluar el efecto de diferentes alternativas de fertilización en el cultivo del Maíz (*Zea mays L.*) variedad Gibara, en áreas de una finca perteneciente a la CCS “José Martí” del municipio “Gibara”

**Objetivos específicos:**

- Evaluar las alternativas biológicas y orgánicas de fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo *Zea mayz L.-* maíz, en áreas de una finca perteneciente a la CCS “José Martí” del municipio “Gibara”.
- Comprobar el efecto de las alternativas biológicas y orgánicas de fertilización en el rendimiento y sus componentes del cultivo del maíz, en las mismas condiciones.

- Determinar el mejor tratamiento del cultivo del (*Zea mayz L-*) maíz de la variedad Gibara, en las condiciones edafoclimáticas de una finca perteneciente a la CCS “José Martí” del municipio “Gibara”
- Evaluar la efectividad económica de la alternativa en las condiciones edafoclimáticas de una finca perteneciente a la CCS “José Martí” del municipio “Gibara”

## **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Características generales del cultivo del maíz.**

El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. Hoy no hay dudas del origen americano del maíz, pero nunca fue mencionado en ningún tratado antiguo, ni en la Biblia, hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colón, quien lo vio por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492 (McClintok, 1981).

El maíz surgió aproximadamente entre los años 800 y 600 en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur a 500 km de la Ciudad de México (McClintok, 1981).

El ecosistema que dio lugar al maíz era de invierno seco estacional en alternancia con las lluvias de verano y en una región montañosa de cuevas empinadas y sobre roca caliza. Las propiedades anteriores también describen el área mayor ocupada por el género *Tripsacum* (CINMYT, 2006).

En el 2018, se destinaron aproximadamente 195 millones de hectáreas en 171 países, alcanzando una producción de 1148 millones de toneladas a nivel mundial (FAO, 2020). La producción mundial participaría con 64% de la producción: Estados Unidos con 32%, China 22% y Brasil 10% (FAO, 2022).

### **1.2 Ubicación taxonómica y características botánicas.**

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*.

Género: *Trypsacum*

Especie: *Zea mays*

### **1.3 Importancia del cultivo del maíz.**

El maíz (*Zea mays*. L), es la gramínea más importante que se cultiva en Cuba, siendo provechada en el consumo humano de diversas formas y en la alimentación

animal para la elaboración de pienso. Se cultiva en áreas de riego y de secano (Gómez y Esquivel, 2011). El maíz es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos, a los animales y es una materia prima básica de la industria. La producción mundial es más grande que cualquier otro cereal, anualmente la producción es de 850 millones de toneladas en grano que se cultiva en una superficie de 162 millones de hectáreas, con una producción promedio de  $5.2 \text{ t/ha}^{-1}$  (FAO, 2022).

#### **1.4 Características morfológicas del maíz.**

##### **Tallo**

La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual, es simple, erecto de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y sin una médula esponjosa así se realiza un corte transversal.

##### **Hojas**

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

##### **Raíces**

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. (FAO, 2006)

##### **Flores**

En el maíz existen flores estaminadas y pistiladas, ubicadas en diferentes lugares de la planta. Las flores estaminadas (masculinas) se encuentran dispuestas por pareja en espiguillas, estas últimas se distribuyen en ramas de la inflorescencia conocida comúnmente como espiga. Tienen de 6 a 10 milímetros. Cada flor tiene 3 estambres largamente filamentosos. Las flores pistiladas (hembras) se encuentran en una inflorescencia con un soporte central denominado tusa, cubierto y brácteas foliares. Se disponen de dos en dos. Lo cual explica que el número de las mazorcas de una hilera

sea siempre par. Sus estilos sobresalen de las brácteas y alcanzan una longitud de 12 a 20 cm, formando su conjunto una cabellera características que sale por el extremo de la mazorca (barba del maíz) (Acosta, 2009).

El maíz requiere de condiciones hídricas, de temperatura y de iluminación adecuadas para su crecimiento. Por otra parte, se trata de una especie de día corto, lo que significa que es inducida a florecer con días con menos de 10 horas de luz. Sin embargo, debido a su gran adaptación, tolera también días largos, con 12 a 14 horas de luz. No todas las plantas de un campo llegan al mismo tiempo a una etapa fisiológica; por lo tanto se considerará que una plantación ha llegado a una etapa cuando el 50 % de las plantas han alcanzado la misma. Las hojas se consideran completamente desarrolladas cuando se puede observar el cuello de ella hojas o sea la unión de la vaina con el limbo (Bolaños y Edmeades 1993, Permuy, 2005).

### **1.5 Características de la variedad Gibara**

El maíz de la variedad Gibara florece a los 60 días, se cosecha tierno a los 66 días y seco a los 120 días con un rendimiento al 70% del potencial de 2,5  $\text{tha}^{-1}$  (Permuy, 2005).

### **1.6 Labores culturales del cultivo del maíz**

#### **Preparación del suelo**

Se recomienda preparar el suelo con 2 meses de anticipación para facilitar la descomposición de residuos. Las labores de arado, rastrado y surcado pueden realizarse con tractor o yunta (Noroña, 2008).

#### **Siembra**

La fecha de siembra varía dependiendo de la zona o localidad del cultivo y de la disponibilidad de agua de riego o de la cantidad de lluvias. La siembra se realiza a una profundidad de 5cm. La siembra se puede realizar manual o mecanizada. En un cultivo 80 cm entre surcos y a 50cm entre sitios; con dos semillas por sitio (25 a 30 Kg de semilla por hectárea, es decir; 50000 plantas por hectárea).

#### **Control de malezas**

Los herbicidas deben aplicarse inmediatamente después de la siembra, sobre suelo húmedo. En caso de no aplicarse herbicidas, se deben realizar uno o dos deshierbes con yunta o a mano, de acuerdo a la incidencia de malezas (Yáñez et al., 2003). Si existe una alta presencia de malezas se recomienda aplicar herbicidas selectivos base de Atrazina en dosis de 1.6 a 2.0 Kg/ha<sup>-1</sup> de producto comercial, en 400 litros de agua (Caviedes et al., 2000).

### **Aporque**

Esta labor se realiza a los 45 días después de la siembra el aporque consiste en arrimar tierra alrededor de la planta con el objeto de ayudar al sostén de la planta, aflojar el suelo y mantener la humedad de la tierra. Durante el aporque se debe colocar en forma lateral el 50% de la fertilización nitrogenada de urea (Yáñez, 2007).

### **Fertilización**

Se recomienda una fertilización de suelo con nitrógeno (N) y fósforo (P) mientras que, en el caso del potasio (K), sólo debe aplicarse si representa una clara deficiencia de este elemento. La fertilización se efectúa normalmente según las características de la zona de producción. Para una adecuada fertilización es necesario realizar el análisis químico del suelo por lo menos dos meses antes de la siembra (Yáñez, 2007).

### **Control de plagas y enfermedades**

Se recomienda hacer aplicaciones de insecticidas únicamente cuando sea necesario. Para el caso de gusano razador (*Agrotis ipsilon*), si se observa un 10 % de plantas cortadas o con síntomas de marchitez, se recomienda aplicar a la base del tallo insecticidas como: Thiodan (*Endosulfán*) en dosis de 2 L/ha<sup>-1</sup>; Orthene (*Acephate*) 0.8 Kg/ha<sup>-1</sup> entre otros (Silva et al., 1997). Para controlar los gusanos de la mazorca (*Heliothis zea* y *Euxestaeluta*), se recomienda la aplicación de aceite comestible de origen vegetal con aceitero o algodón en tres aplicaciones. La cantidad de aceite a usar es de 3-4 L/ha<sup>-1</sup> por aplicación (Dobronski et al., 1999).

La pudrición de la mazorca (*Fusarium moniliforme*) es una de las enfermedades más graves para el maíz ya que causa pérdidas de rendimiento en un 40% o más,

disminuye el valor comercial del grano y producen sustancias tóxicas (micotoxinas). El método más práctico y económico para contrarrestar esta enfermedad, es el uso de variedades resistentes por lo que se están desarrollando variedades de tipo harinoso genéticamente resistentes.

Además, se puede mencionar otro tipo de enfermedades tales como el carbón del maíz (*Ustilagomaidis*), la roya (*Pucciniasorghii*), el Tizón foliar (*Helminthosporiummaidis*) y manchas foliares producidas por *Cercosporamaydis* y *Curvularialunata* (Yáñez, 2007).

### **Cosecha**

La cosecha para maíz tierno se efectúa cuando el grano está en estado "lechoso", para semilla al momento de la madurez fisiológica (cuando en la base del grano se observa una capa negra). Para grano comercial se puede esperar entre 20 a 30 días más en el campo (Silva et al., 1997).

### **Post cosecha**

Las mazorcas dañadas por plagas, así como las pequeñas y las de mala calidad deben ser eliminadas para dejar solamente las que presentan grano grueso y uniforme. Durante el desgrane de las mazorcas es necesario desechar todos los granos dañados y podridos. Además, debe separarse el grano comercial del grano que servirá como semilla (Yáñez, 2007).

### **Almacenamiento**

Para almacenar las mazorcas, grano comercial o semilla, deberán secarse completamente y colocarlas en lugares frescos, secos y libres de gorgojo (Silva et al., 1997).

## **1.7 Exigencias climáticas.**

### **Temperatura**

El maíz requiere una temperatura de 20 a 30°C. Necesita bastante luminosidad y por eso en climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura del suelo debe situarse entre los 15 a 20°C.

El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C. A partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. El maíz es una planta con mucha superficie foliar que se traduce en una gran capacidad para la fotosíntesis, pero también para la evapotranspiración, por eso es una planta muy sensible a las altas temperaturas y a la falta de humedad en el suelo. La temperatura ideal para la fructificación es de 20 a 32°C (Noroña, 2008).

## **Riego**

Según Noroña (2008) las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua, pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración.

Este mismo autor afirma que la floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida. Durante esta fase se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permitan una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se puede disminuir la cantidad de agua aplicada.

## **Suelos**

El maíz es una planta de gran desarrollo vegetativo, en consecuencia, posee un abundante y profundo sistema radicular. Se estima como óptima una profundidad del suelo superior a 100 centímetros para lograr altos rendimientos, aun cuando puede ser cultivado en suelos de profundidad efectiva superior a 40 centímetros, siempre que descansa sobre un sustrato abierto al paso de las raíces (piedras con matriz arenosa, por ejemplo). En cuanto a texturas, lo óptimo son suelos de texturas medias (franco).

Sin embargo, el cultivo tolera texturas que varían de moderadamente gruesas (franco arenosas) a finas (arcillosas). El grado de acidez o alcalinidad, denominado pH que soporta varía de 5,6 (medianamente ácido) a 8,4 (moderadamente alcalino), siendo óptimo un pH de 5,6 a 6,5 (Villaseca, 1987).

## 1.8 Caracterización de la agricultura sustentable.

Un Sistema Agrícola Sustentable es aquel que puede satisfacer en forma indefinida la creciente demanda de alimentos y sustenta a costos económicos y ambientales, socialmente aceptables. El principal desafío que se enfrenta hoy en el mundo, es el saber cómo diseñar y aplicar sistemas de gestión capaces de conciliar los tres grandes objetivos implícitos en la definición anterior: el crecimiento económico, la equidad (social, económica, ambiental) y la sustentabilidad ambiental. En tal sentido la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cairo y Fundora, 1994), señala tres obstáculos para el logro de este diseño.

Conceptual: por la falta de consenso y múltiples interpretaciones que existen de los conceptos “Desarrollo Sustentable”, “Equidad” y “Sustentabilidad Ambiental” pues el término “Sustentabilidad” es ambiguo, al aplicarse a la producción, la ecología, la economía, el medio ambiente, la sociedad o el desarrollo Teórico: por la falta de indicadores para medir el desarrollo Sustentable. En principio, ningunodelos3objetivosdeldesarrollosustentable (social, económico, ambiental) se mide con parámetros compatibles.

Práctico: porque hay que concebir un proceso de gestión que permita que el hombre actor principal pueda tomar decisiones, a pesar de la falta de claridad conceptual y base teórica. Brown, (2004), señala un cuarto obstáculo, la sustitución de insumos, que se caracteriza por conservar la misma mentalidad del factor limitante que ha dirigido la investigación agrícola convencional en el pasado. Este enfoque se concentra en los niveles superficiales de integración del agro ecosistema, tomando en cuenta una sola especie, el cultivo, y un solo factor limitante, biótico o abiótico, negando además as bases científicas de la ciencia agroecológica en cuanto a la importancia de la interacción, la sinergia, el antagonismo y la interacción directa e indirecta de múltiples especies.

Laprácticavigentedejaintactaslasfuerzasqueoperanenlacrisisagrícolaactual; el monocultivo, control de insumos por la industria, dependencia de combustibles fósiles y necesidad de capital (Izquierdo, 1995).

Los principios básicos de la Agricultura Sustentables son entre otros los siguientes:

- Sistema de conservación de suelo y agua.
- Conservación y uso sustentable de los recursos genéticos, vegetales y animales. Prácticas de cultivos que eviten el desequilibrio del suelo y que mejoren su fertilidad por medios naturales.
- Control integrado de plagas, enfermedades y malezas.
- Conservación del entorno natural.
- Integración de los sistemas agrícolas, animales y forestales.
- Rotación y asociación de cultivos.
- Nutrición integrada de los cultivos.
- Utilización de abonos orgánicos.

### **1.9 FitoMás**

En los últimos años se ha producido un significativo incremento en la producción y comercialización de nuevos insumos agrícolas, elaborados y desarrollados por diversas empresas nacionales e internacionales para su aplicación en los cultivos, con el fin de obtener incrementos en las cosechas, con riesgo mínimo de contaminación ambiental.

El FitoMás es un compuesto orgánico elaborado por el Instituto Cubano de Investigaciones en Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), a partir de materiales proteicos, con aminoácidos, carbohidratos, péptidos de bajo peso molecular y minerales asociados a las cadenas orgánicas. Su composición en aminoácidos es 50 % alifáticos y 30 % aromáticos y heterocíclicos, como ácidos aspárticos y glutámicos, alanina, arginina, fenilalanina, glicocola, hidroxiprolina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, treonina, cistidina, histidina, tirosina y triptófano. Contiene hasta 7 por ciento de carbohidratos. En dependencia del fin al que se destine el producto se aumenta o disminuye la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio. Se formula como líquido soluble al 20 % o LS 20 según (Díaz, 2005).

### **1.10 Generalidades sobre el FitoMás E.**

Este es un nuevo derivado de la industria azucarera cubana que actúa como bionutriente vegetal con marcada influencia antiestrés creado y desarrollado por el ICIDCA en el marco de los proyectos de investigaciones del Ministerio del Azúcar. En los últimos diez años ha sido evaluado por instituciones científicas nacionales, pertenecientes a diversos organismos de la administración central del estado, agrupados principalmente en los ministerios de la agricultura, educación superior y salud pública. Además, se lleva a cabo numerosas extensiones en condiciones de producción en las que participan campesinos, cooperativistas, técnicos y profesionales agrícolas los que han hecho aportes importantes (Hernández, 2007).

Especialmente valioso para asegurar en lo posible las producciones agrícolas en una región geográfica que sufre los embates del cambio climático, principalmente con sequías prolongadas que alternan con lluvias intensas y huracanes devastadores, actualmente la producción de FitoMás- E se encuentra en franco proceso de expansión con la finalidad de abarcar, en el menor plazo, el ciento por ciento del área agrícola cubana (Yumar, 2008).

### **1.11 Modo de acción.**

Los investigadores Escalona (2008) y López et al.,(2003) concuerdan en:

En el reino vegetal las vías más utilizadas para promover la defensa y la adaptación al entorno involucran la síntesis bioquímica de diversas sustancias que comportan miles de estructuras químicas diferentes. Esto constituye una real, aunque no evidente defensa química, cuyo despliegue se revela actualmente gracias al empleo de las más modernas técnicas analíticas. Estas sustancias son elaboradas por las plantas como respuesta a presiones estresantes resultado de alteraciones bióticas y abióticas, como ocurre cuando las plantas deben adaptarse a situaciones estresantes de su entorno, tales como sequía o exceso de humedad, temperaturas extremas, daños mecánicos por trasplantes o vientos fuertes y suelos salinizados o contaminados con sustancias químicas o metales pesados

El costo de tal actividad, medido en términos de CO<sub>2</sub> fotosintético, es lo suficientemente elevado como para repercutir en el rendimiento en la mayoría de los

cultivos. Por ejemplo, para sintetizar un gramo de un terpenoide, alcaloide o compuesto fenólico, tres de las estructuras químicas de defensa más frecuentes en las plantas superiores, es necesario invertir como promedio, seis gramos de CO<sub>2</sub> fotosintético, cantidad esta que resulta onerosa para el desempeño de la mayor parte de los cultivos. En este proceso las plantas de cultivo llevan las de perder si se comparan con sus parientes “rústicos”, se encuentran fuertemente limitadas para expresar su potencial defensivo debido a la ausencia en calidad, oportunidad o cantidad de los elementos bioquímicos estructurales básicos que esta actividad demanda.

Los aminoácidos, péptidos, bases nitrogenadas y oligosacáridos, son estructuras básicas que sirven, a manera de bloques o ladrillos, como unidades para construir, desde el RNA celular, otras sustancias más complejas tales como vitaminas, enzimas y otras estructuras químicas esenciales en la adaptación y la defensa antiestrés.

Es por tanto razonable suponer, como hipótesis, que la diferencia entre las plantas rústicas y las domesticadas pueden compensarse, hasta cierto punto, si suministramos a estas últimas las sustancias intermediarias deficitarias. Este es el aporte principal asociado al producto FitoMás - E, una novedosa forma de afrontar el problema que permite que las plantas de cultivo recuperen, por lo menos parcialmente, la rusticidad de la que la selección antrópica las despojó.

El bionutriente no contiene hormonas de crecimiento, ni sustancias estimuladoras ajenas a la planta, ni microorganismos fijadores o solubilizadores de nutrientes, simbióticas o asociados, de ninguna clase. Contiene sólo sustancias propias del metabolismo vegetal que, como es de esperar, propician una mejoría apreciable del intercambio suelo-planta, ya que el vegetal tratado mejora la cantidad y calidad de los nutrientes que traslada al suelo mediante sus raíces, lo cual beneficia a los microorganismos propios de su rizosfera los que en esas condiciones incrementan a su vez, el intercambio de productos de su metabolismo, útiles al vegetal.

Son Faustino (2006) estos microorganismos, estimulados a la acción por el propio vegetal, provisto ahora de gran parte de su arsenal bioquímico, los que elaboran las hormonas, ácidos orgánicos solubilizadores de nutrientes y agentes quelantes, que

hacen crecer a la planta y mejoran su comportamiento. Con este proceder las ventajas son obvias. Las plantas recuperan su capacidad de autodefensa con lo que la reducción de insumos y gastos así como la mejora ambiental, son ostensibles

FitoMás E: es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos), seleccionadas del conjunto más representado en los vegetales superiores a los que pertenecen las variedades de cultivo, formuladas como una suspensión acuosa que se debe agitar antes de su utilización (Semanat y Sarria, 2005).

### **Efectos**

Aumenta y acelera la germinación de las semillas, ya sean botánicas o agámicas, estimula el desarrollo de las raíces, tallos y hojas, mejora la nutrición, la floración y cuajado de los frutos, frecuentemente reduce el ciclo del cultivo, potencia la acción de los herbicidas y otros plaguicidas lo que permite reducir entre el 30% y el 50% de sus dosis recomendadas.

El FitoMás E acelera el compostaje y la degradación de los residuos de cosecha disminuyendo el tiempo necesario para su incorporación al suelo. Ayuda a superar los efectos negativos del estrés por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades y plagas.

### **Dosificación**

Se aplica en dosis desde 0,1 a 2.0 L/ha<sup>-1</sup>, según el cultivo, por vía foliar, siempre disuelto en agua hasta completar de 200 a 300 L/ha<sup>-1</sup> de volumen final. Cuando se remojan semillas para la germinación la disolución puede ser desde 1 % hasta 2 % en el agua de remojo. Cuando se aplica por riego las dosis pueden ser del orden de los 5 L/ha<sup>-1</sup>. La frecuencia es variable, aunque una sola aplicación durante el ciclo suele ser muy efectiva.

#### **1.12 Momento y técnica de aplicación.**

Según Semanat y Sarria (2005):

Se puede aplicar en cualquier fase fenológica del cultivo; típicamente se puede remojar la semilla, tanto botánica como agámica durante 2 o 3 horas antes de llevarla al semillero, se puede realizar una aplicación después del trasplante y durante la etapa de crecimiento vegetativo.

Puede aplicarse antes de la floración y después de esta y/o al comienzo de la fructificación, especialmente cuando la plantación ha sufrido ataques de plagas o enfermedades, o atraviesa una etapa de sequía o sufre por exceso de humedad o daño mecánico por tormentas, granizadas o ciclones.

Si las temperaturas son muy altas o bajas (como es el caso de las heladas), cuando existen problemas de salinidad o el cultivo es afectado por sustancias químicas (por ejemplo, herbicidas) o sufre contaminación por metales pesados; aunque esos eventos hacen mucho menos daño si la plantación ha sido previamente tratada en cualquiera de las fases ya mencionadas, lo que las hace más resistentes. La aplicación puede hacerse foliarmente, al suelo mediante riego por inundación o en soluciones de remojo, siempre disuelto en agua; para estas aplicaciones, se utiliza cualquier procedimiento convencional. Después de tres horas de aplicado se considera que ha penetrado a la planta por lo que ante una lluvia ocasional posterior no es necesario repetir el tratamiento. FitoMás E no es fitotóxico y se puede mezclar con la mayoría de los agroquímicos de uso corriente, aunque se debe probar previamente si no se tiene experiencia

### **1.13 Propiedades del FitoMás.**

Los autores Semanat y Sarria (2005) afirman que el FitoMás tiene múltiples propiedades beneficiosas, entre las que se destacan:

- Estimula la nutrición, crecimiento, floración, fructificación, germinación y enrizamiento.
- Acción antiestrés en casos de sequía, exceso de humedad, fototoxicidad, desequilibrios nutricionales, salinidad, plagas y enfermedades, daños mecánicos (vientos fuertes, podas, trasplantes, etc.)
- Acorta los ciclos

- Potencia la acción de los agroquímicos
- Mejora la calidad de las cosechas (aspecto, tamaño y contenido de sólidos)
- Acelera el compostaje
- Mejora los suelos

### **1.13 Empleo de la lombricultura para la producción de abono orgánico**

Las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y a la transformación por medio de éstas, de sub-productos orgánicos, sobre todo de estiércoles de animales, en precios o material fertilizante. La producción de lombrices tiene buenas perspectivas a futuro, ya que es un negocio de producción diversificada que puede generar excelentes ingresos económicos provenientes de la comercialización de la lombriz y el humus de lombriz. Por otra parte la Lombricultura ofrece una buena alternativa para el manejo de desechos que se vuelven contaminantes tales como la pulpa de café, la basura de las ciudades, los desperdicios de restaurantes, los excedentes de los establos, porquerizas, cachaza, etc( Patricio,2009).

Existen diferentes tipos de lombrices: La roja californiana (*Eiseniafoetida*) es de color rojo púrpura, su engrosamiento (clitelo) se encuentra un poco céntrico, su cola es achatada, de color amarillo y mide aproximadamente de 8 a 10 cm., son muy resistentes a condiciones adversas del medio. La roja africana (*Fudrillusssp*) es de color oscuro, su engrosamiento (clitelo) se encuentra más craneal, su cola es redonda y de color blanquecino y mide aproximadamente de 15 a 20 m, no son muy resistentes a condiciones adversas cuando no se les da su medio o hábitat recomendado, ellas emigran y por lo general mueren. Pero en condiciones óptimas se reproduce más rápido que la californiana y genera más abono (Besauere, 2009).

El humus de lombriz se produce por la descomposición de residuos orgánicos, por lombrices que tienen la facultad de producción de humus de alta calidad(Noriegaycol, 2001) expresan que el proceso de producción de humus se conoce como

“Lombricultura o Vermicultura” y la lombriz más eficiente utilizada en este proceso es la Roja Californiana (*Eiseniafaeitida*).

Según Batista (2013)

La dosis a considerar dependerá de diversos factores, entre ellos, condición del suelo en cuanto a su textura(un suelo pesado o arcilloso, así como uno arenoso, requieren de un mayor aporte que uno de textura franca o franco-limoso), estado de degradación (un suelo degradado requiere mayor dosis que uno no degradado),contenido de materia orgánica presente en el suelo(aquel que es deficiente requiere un mayor aporte), tipo de cultivo a establecer (unos cultivos son más exigentes que otros en cuanto a lapresencia de materia orgánica, como es el caso del arándano, por ejemplo), población de microorganismos por  $\text{cm}^3$  del suelo (un suelo que ha sido tratado con agroquímicos en general, insecticidas, herbicidas, etc. presentará una menor carga microbiana, por lo que requerirá una mayor dosis).

De ahí la importancia previa de realizar un análisis del suelo, a objeto de determinar esta dosificación. La intensidad en el uso de fertilizantes depende de múltiples factores, entre los que se pueden citar disponibilidad de tierras, tamaño de la propiedad agrícola y preparación de los agricultores, tipo de cultivos, productividad esperada, precios relativos de fertilizantes y productos, así como la capacidad económica del productor. Estos antecedentes son de importancia a considerar al proponerse usar humus de lombriz como una alternativa sustentable de fertilización.

Estos antecedentes son de importancia a considerar al proponerse usar humus de lombriz como una alternativa sustentable de fertilización. Siempre ha de incorporarse al suelo el humus de lombriz, a una profundidad de 15 -20 o más centímetros y luego ser cubierto por suelo superficial. Esta incorporación se realiza en suelo con humedad no menor al 50%, a objeto de evitar su deshidratación y consiguiente pérdida de microorganismos, que es su principal riqueza, base de la fertilidad de todo

Besaure (2009), en sus investigaciones resalta la importancia de este producto por sus múltiples propiedades y veneficios, entre las que se encuentran:

- Es el fertilizante orgánico por excelencia.

- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave, al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de la nutriente haciéndola que pueda ser inmediatamente asimilable por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo.
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plántones. El lombricompost aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos.
- Favorece la formación de micorrizas.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la microflora y microfauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los nutrientes del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas.
- Protege al suelo de la erosión.

- Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligándolos arcillosos y agregándolos arenosos.
- Aumenta la porosidad de los suelos aumentando la aireación.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
- Aumenta la resistencia a las heladas.
- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos

### **Ventajas y característica del humus líquido.**

- Altas cargas biológicas. Con gran número de microorganismos y actividad enzimática.
- Activa la germinación.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos fitopatógenos.
- Eleva los niveles de ácidos fúlvicos y húmicos, el intercambio catiónico y sustancias fitohormonales y los macros y micronutrientes del suelo.
- Las  $th^{-1}$  de humus suplen el 25 al 50% de la fertilización mineral.



## **CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Caracterización de la localización del ensayo.**

El experimento se realizó en el periodo comprendido entre los meses de febrero- julio del 2022, en el área que corresponde a la “CCS José Martí”, ubicada en el Consejo Popular de Managuaco, municipio de Gibara, provincia Holguín. El área limita al este con la CPA Camilo Cienfuegos, al norte con propiedad de José Ángel Rodríguez Pérez, al sur con la CPA Camilo Cienfuegos, al oeste con terrenos de José Ángel Pérez. Posee una extensión territorial de 63,8 ha<sup>1</sup>, destinada a cultivos varios, como hortalizas, viandas, granos, actividades pecuarias y forestales. La finca donde se realizó el estudio cuenta con una extensión de 3,95 ha de la cual cultivable hay 2 ha, el resto es de árboles frutales cañada y un cerro.

### **2.2. Suelo**

El suelo, donde se desarrolló el estudio clasifica como Pardo con carbonato de acuerdo con la dirección de la agricultura de Gibara. La textura del suelo Pardo es arcillo-arenosa, debido a la influencia de los materiales originarios, margas y materiales transportados de carácter aluvial, más antiguo que en las terrazas actuales donde se ubica el Fluvisol. Es notable la estructura del horizonte A del perfil 2, que se desmenuza en nuciforme granular, muy buena, al igual que la porosidad alta. Esta diferencia a este perfil del anterior, donde la estructura es de bloques prismáticos en superficie y no hay una porosidad adecuada. Por la nueva versión de Clasificación de Suelos de Cuba, estos perfiles 1 y 2 son del tipo Pardo, con dos subtipos, Pardo esclítico el perfil P-1 y Pardo mullido el perfil P-2. Esta diferencia está dada por la estructura del horizonte A en estos suelos, que es de bloques prismáticos, pero sin caras de deslizamiento en el perfil P-1, mientras que en el P-2 es nuciforme granular. (PDF superior Suelo Pardo con Carbonatos-1library.Co)

### **2.3. Manejo del cultivo**

El área del experimento se preparó con el empleo de tracción animal al igual que el resto de las labores (cruce y surcado). La siembra se realizó de forma manual, a razón 80 cm entre surcos a un metro en plantones y por metro 6 semillas. Durante el desarrollo la planta se mantuvo libre de plagas y enfermedades debido a aplicaciones de productos

biológicos: extracto acuoso de árbol del Nim y tabaquina se aplicó en seis ocasiones de forma preventiva y *BacillusTuringesis* y al observarse síntomas ligeros del Ataque de insectos considerando el programa de defensa del Maíz Según, (IPGRI, 1991).

Además, se mantuvo libre de malezas a través de limpiezas manuales y el empleo de bueyes en los bordes de las parcelas.

**Tabla 1: Comportamiento de las lluvias durante el período de conducción del Experimento.**

Meses	Precipitaciones(mm)	H.Relativa(%). Prom.	Temperatura. Prom.
Febrero	10.6	73	24.4
Marzo	44	70	25.3
Abril	168.7	73	25.4
Mayo	207.9	78	26
Junio	129.8	78	26.9
Julio	10	73	27.8

Los datos climáticos fueron tomados de la Estación Provincial Meteorológica en la Sede Universitaria “José de la Luz y Caballero”, ubicada Km 1 ½ carretera de Mayarí, Ave Internacionalista, Holguín.

#### 2.4. Riego

Se aplicaron 6 riegos, enfatizando la etapa de germinación establecimiento (0-15 días), floración (52–68 días), fructificación, llenado del grano (66 –82 días (Hungetal., 2005).El maíz (*Zea mays, Lin*) requiere de 3600- 5000 m<sup>3</sup> de agua por hectárea para todo su ciclo vegetativo. De ellos, 1600- 2000 m<sup>3</sup>/ha desde la siembra hasta el inicio de la floración, 1400- 1750 m<sup>3</sup>/ha durante la floración y formación de los granos y de 600- 1250 m<sup>3</sup>/ha para el desarrollo y crecimiento del grano (Rabí, 2001).

El estudio consistió en evaluarlas alternativas biológicas y orgánicas de fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo *Zea mayz L-*) maíz, en áreas de una finca perteneciente a la CCS “José Martí” del municipio “Gibara”. El experimentocontó con 5 tratamientos y 3 réplicas,

utilizándose para evaluar las respuestas productivas del maíz variedad Gibara en relación a la alternativa de fertilización usada respectivamente:

**T1-** Fertilización con humus de lombriz (sólido) y aplicación de humus de lombriz líquido: (el humus de lombriz sólido se aplica en el momento de la siembra a razón de 4 t/ha<sup>-1</sup>, aplicándose al hilo en el surco) y (el humus de lombriz líquido se aplica a los 20 y 40 días, para ello se mezcla 1 Kg de humus en 8 litros de agua, se agita durante 10-20 min, se deja reposar por 24 horas a la sombra, luego se vuelve agitar durante 10-15 min, se coloca y se aplica en las primeras horas de la mañana).

**T2-** No se realizó fertilización y se tomó como testigo

**T3-** Aplicación de fertilización con humus de lombriz (sólido). Con la misma metodología del tratamiento **T1**.

**T4-** Aplicación de HLS+ FitoMás. Aplicación de fertilización con humus de lombriz (sólido). Con la misma metodología del tratamiento **T1** y la aplicación de FitoMás E a la semilla antes de la siembra con una dosis de 1,0 l/ha<sup>-1</sup> y a los 20 y 40 días después de la germinación. Estas aplicaciones se realizaron con una mochila Matabi de 16 litros.

**T5 FitoMás.** La aplicación de FitoMás E a la semilla antes de la siembra con una dosis de 1,0 l/ha<sup>-1</sup> y a los 20 y 40 días después de la germinación. Estas aplicaciones se realizaron con una mochila Matabi de 16 litros.

La siembra se realizó manual, a razón de 16 semillas por surco de 4m (4 x metro lineal), siendo cosechado a los 110 días.

Antes de la siembra se realizó y se analizó una muestra del suelo para la determinación del pH.

Cada bloque compuesto por 5 tratamientos, separadas a 1.00 m entre ellas y con 1.00 m de defensa exterior. Se sembrarán 4 surcos por parcela, marco de siembra utilizar 0.90 X 0.25m usando una densidad de siembra de 4 plantas por metro lineal y para un total de 16 plantas por tratamiento. Al realizar las observaciones y mediciones se desecharán los 0.5 m iniciales y finales y las dos carreras exteriores.

El experimento ocupó un área de  $216\text{m}^2$  por tratamientos  $14\text{m}^2$  por réplica  $72\text{m}^2$  con 96 plantas por tratamiento con una distancia en tres réplicas de  $1\text{m}$ , con un total de 480 plantas por réplicas y 1440 en el área, se seleccionarán el 30% de las plantas a medir por tratamiento 27 en cada réplica 144 y un total a medir en el experimento 432.

## 2.5. Se evaluaron los indicadores siguientes:

- Altura de las plantas. (m): con regla graduada, midiéndose desde el suelo hasta el ápice apical de la rama principal, a los 30 y 40 días después de germinada.
- Número de hojas. A los 30 días y 40 días se efectuó un conteo a la cantidad de hojas que tenían las plantas.
- Números de hileras por mazorca (u): se realizó un conteo al número de hileras y se calculó la media por cada tratamiento.
- Número de granos por hilera (u): se realizó un conteo al número de granos por hileras y se calculó la media por cada tratamiento.
- Peso de 100 granos (g): se realizó el pesaje de 100 semillas de cada réplica, calculándose la media por cada tratamiento, para ello se utilizó la balanza eléctrica.
- Rendimiento ( $\text{t/ha}^{-1}$ ): Se realizó la cosecha de las 2 hileras interiores de cada réplica, se le efectuó secado natural y luego se pesó en la balanza eléctrica.
- Efectuó secado natural y luego se pesó en la balanza eléctrica.

## 2.6. Valoración económica de los resultados

Se realizó en base a la producción obtenida en  $\text{t/ha}^{-1}$ , por cada uno de los tratamientos utilizados, evaluándose los siguientes indicadores:

**Valor de una tonelada de maíz** en CUC 69 070

**Valor de la producción (CUP):** rendimiento del cultivo en cada tratamiento, multiplicado por el precio de una tonelada de maíz 151951 CUP

**Valor del aumento de la producción (CUP):** valor de la producción de cada tratamiento menos el valor de la producción del testigo a comparar.

**Costo del fertilizante (CUP):** cantidad de fertilizante aplicado por el precio unitario.

**Costo del material vegetal (CUP):** cantidad de semillas utilizadas por el precio unitario de la semilla 1105.07CUP

**Beneficio neto (CUP):** valor del aumento de la producción menos costo de fertilizantes.

Precio del abono orgánico en moneda nacional Humos de lombriz 120CUP/ t.

## **2.7. Métodos empleados en la investigación**

Para el procesamiento estadístico de los datos se aplicó un análisis de varianza simple y una prueba de comparación múltiples de medias Duncan ( $P < 0,05$ ) a través del software estadístico INFOSTAT 2012 (Di Rienzo, 2008).

## **CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **3.1. Análisis de los resultados de la altura de la planta a los 30 y 40 días de la siembra en los diferentes tratamientos evaluados.**

Basado en estudios sobre el suelo y con el desarrollo del experimentos e comprobó que en el área utilizada manifiesta marcados índice de deterioro en cuanto a la cantidad y calidad de la materia orgánica, la profundidad efectiva en la capa arable, no sobrepasa los 15 cm, y el proceso de erosión comienza a partir de las primeras muestras, motivados por estas deficiencias se realizaron las aplicaciones de abonos orgánicos y bioestimulantes por cada tratamiento bajo las condiciones edafoclimáticas de la CCS “José Martí”.

Comportamiento de la variedad de maíz Gibara con la aplicación de las alternativas biológicas y orgánicas de fertilización.

En la tabla 2. Se observó que la mayor altura de las plantas a los 30 y 40 días, la alcanzó el tratamiento 4 humus de lombriz sólido con FitoMás en los dos momentos evaluados alcanzó 1.0 y 1.40 m, no difiriendo del tratamiento 1, si del resto de los tratamientos, los resultados son inferiores a los alcanzado por Carballo (2001) donde plantea que las plantas de maíz alcanzan de 2,0 a 3,0 m. Excepto algunos cultivares precoces que solo logran 0,90 m. Socorro y Martín (1998) reportan para diferentes variedades e híbridos de maíz una altura de 2,80-2,85 m para periodo de seca y 3,0 m para periodo lluvioso. La coinoculación adquirió la mayor altura, lo cual podría deberse al rápido efecto de la misma sobre la nutrición del cultivo y la concentración de nutrientes en los tejidos coincidiendo con lo señalado por (Torres y Francisco 1999) en el cultivo del frijol.

**Tabla.2** Altura de las plantas a los 30 y 40 días de la siembra en los diferentes tratamientos evaluados.

#	Tratamientos	Altura (m)	
		30 días	40 días
1	Humus de lombriz(sólido) con humus de lombriz liquido	0.96 a	36 a
2	Testigo	0.91 c	1.04 c
3	Fertilización con humus de lombriz(sólido)	0.90 c	1.33 b
4	FitoMás más humus de lombriz(sólido)	1.0 a	1.40 a
5	FitoMás	0.93 b	1.34 b
<b>CV%</b>		3.74	0.86
<b>ESX±</b>		0.03	0.14

Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan( $P < 0,05$ ).

Leyenda: índices de significación (a,b,c), coeficiente de variación (CV), error estándar (ESX±)

### 3.2. Análisis de los resultados Números de hojasa los 30 y 40 días de la siembra en los diferentes tratamientos evaluados.

En la tabla 3 se relaciona el número de hojas por plantas a los 30 y 40 días. Al valorar el número de hojas por planta el T-4 FitoMás más HLS logró la mayor cantidad a los 30 días con 8,11 hojas no difiriendo de los tratamientos 3 y 5 pero si de los demás, a los 40 días alcanzó 8,8 hojas difiriendo de los restantes con una diferencia respecto al testigo de 4 hojas. Lo que manifiesta la influencia de las combinaciones en la tendencia al aumento en el contenido total por plantas de fósforo (P) y potasio (K) así como en contenido total de calcio (Ca), magnesio (Mg) y micronutrientes (Mn, Zn, Cu, B y Fe) en la fracción correspondiente a la parte aérea de las plantas (Rodelas et al., 1999),

La capacidad de bacterias presentes en la rizosfera de producir fitohormonas y vitaminas, tales como ácido indolacético, ácido giberélico, citoquininas, tiamina, ácido

nicotínico, ácido pantoténico y biotina, las cuales intervienen directamente en el desarrollo del vegetal para una mayor toma de agua y nutrientes por el cultivo, además intervienen directamente en el desarrollo del vegetal, que balancean los sistemas nutricionales de las plantas, estimulan el crecimiento y la fertilidad del suelo, poniendo a disposición de los vegetales los nutrientes necesarios en la fase oportuna de su desarrollo y trae consigo una mayor cantidad de hojas, estos resultados pueden estar dados a que el FitoMás es un bioestimulante foliar especializado, altamente nutritivo y de una gran eficiencia.

En general todos los investigadores coinciden en que las hojas resultan el principal órgano de síntesis de las sustancias vegetales y es precisamente en ellas donde los bioestimulantes actúan con mayor influencia. Según lo planteado por diferentes investigadores en diferentes cultivos como: López et al., (2005). El comportamiento de plantas hortícola con diferentes dosis de FitoMás - E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo, los resultados obtenidos en la combinación del bioestimulante FitoMás y el abono orgánico humus lombriz sólido, difieren significativamente del resto de las variantes, este fenómeno pudiera estar dado a los mecanismos de acción de los mismos, los cuales están basados en acción bioestimulante, con la presencia de auxinas y aminoácidos de acción auxinática cuya función puede incidir tanto en el sistema foliar, como en el mejoramiento de la fertilidad del suelo.

**Tabla.3.** Números de hojas de las plantas en los diferentes tratamientos evaluados.

#	Tratamientos	# de hojas	
		30 días	40 días
1	Humus de lombriz (sólido) con humus de lombriz líquido	5.12 b	7.86 d
2	Testigo	4.0 c	4.58 e
3	Fertilización de humus de lombriz (sólido)	8.06 a	8.61 c
4	FitoMás más humus de lombriz(sólido)	8.11 a	9.03 a
5	FitoMás	8.08 a	8.70 b
<b>CV %</b>		26.35	17.54
<b>ESX ±</b>		1.65	1.40

Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncana( $P < 0,05$ ).

Leyenda: índices de significación (a,b,c), coeficiente de variación (CV), error estándar (ESX±)

### **3.3. Análisis de los resultados de los rendimientos los tratamientos evaluados con las alternativas de fertilización evaluadas**

El número de hileras por mazorca al igual que la cantidad de granos por hilera, son caracteres que componen el rendimiento, las cuales se deben tener presente en el proceso de evaluación y selección, ya que pueden influir significativamente sobre los resultados finales.

En la tabla 4 se relacionan los indicadores del rendimiento al evaluar el primer indicador el número de hileras el tratamiento 4 alcanzó el mayor valor con 14,48 hileras con una diferencia respecto al testigo de 12,23 hileras, el número de granos por hilera como se mencionó anteriormente se considera uno de los componentes más importantes del rendimiento. El tratamiento 4 con 48 granos supera a los demás tratamientos con una diferencia respecto al testigo de 32,73 granos.

Estos valores superan los resultados obtenidos por Romero (2009); Herrera, (2009) al obtener en su investigación cifras de 12 y 14 número de hileras por mazorcas en todos

los materiales evaluados. Los resultados están en correspondencia con los alcanzados por Pérez (2007), donde obtuvo en los tratamientos valores entre 32 y 40 granos. Resultados similares a los obtenidos en este ensayo encontró Santiesteban (2009) al evaluar 16 líneas de maíz en las condiciones edafoclimáticas del municipio Manatí, provincia Las Tunas.

El peso de cien semillas al igual que el número de granos por hilera, se considera uno de los componentes más importantes del rendimiento (IPBGR, 2001).

Al evaluar el peso de 100 granos el tratamiento 4 con 40,10 granos obtuvo el mayor resultado y difiere de los restantes tratamientos con una diferencia respecto al testigo de 9,40 granos. Estos incrementos guardan una fuerte correlación lineal con la estimulación que estos tratamientos combinados ejercen sobre la acumulación de materia seca por planta y la formación de hileras, granos por hileras, peso de 100 granos y rendimiento.

Es de señalar que la combinación del HLS más FitoMás ayuda en la formación de bacterias, esenciales para los procesos de brotación, floración y maduración del cultivo estimulan las acciones de las hormonas y aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades.

Es importante destacar que a pesar de que los contenidos iniciales de  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , que con la aplicación del abono tiende a estabilizarse  $P_2O_5$  y  $K_2O$  por el efecto favorable que causan en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; Yagodin (1986) plantea que los estiércoles son ricos en microflora aportando gran cantidad de microorganismos y Szegi(1988) afirma que al llegar estos materiales al suelo producen cambios en sus propiedades físicas y químicas, que provocan que los procesos biológicos sufran profundas transformaciones, intensificándose la actividad biológica y por consiguiente que ocurra un mejor aprovechamiento de los nutrientes por las plantas y los rendimientos aumentan en un 30%.

Al evaluar el rendimiento el tratamiento 4 alcanzó  $2,1 \text{ t/ha}^{-1}$ , superando de forma significativa a los demás con una diferencia respecto al testigo con  $1,50 \text{ t/ha}^{-1}$ . Los resultados se encuentran en los rangos obtenidos por Pérez (2009), en la época de primavera ( $1,85$  a  $3,10 \text{ t/ha}^{-1}$ ), en el periodo lluvioso. Los resultados son inferiores a los

alcanzado por Pacheco, (1999) donde logró realizar una agrotecnia correcta y el empleo de abonos orgánicos y a un manejo adecuado de los suelos que incluye las medidas de conservación propuestas laboreo mínimo, sentido correcto del laboreo, siembra en contorno y barreras vivas en un incremento de los rendimientos al 10 % 2,3 t/ha<sup>-1</sup>.

Este efecto favorable que el humus de lombriz causa en el suelo y que repercute en el rendimiento de los cultivos, se debe no solo a los aportes de nutrientes y materia orgánica que se logran con su adición, sino también hay muchos autores que consideran esta parte como la más importante, la cantidad de microorganismos, enzimas y sustancias estimuladoras en general que se añaden con este bioabono; así asegura Delgado(1990) que esto se debe al efecto aditivo de sus características físicas, químicas, biológicas y energéticas, las cuales interactúan favoreciendo el crecimiento, desarrollo y proceso morfo genético de diferenciación celular de las plantas.

**Tabla 4.** Resultados de los rendimientos de los tratamientos evaluados

<b>T</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Número de hileras</b>	<b>Número de granos x hileras</b>	<b>Peso de 100 granos (g)</b>	<b>Rendimiento (ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>1</b>	Humus de lombriz (sólido)con humus Lombriz(liquido)	14,40a	37,73b	38,40b	1,6b
<b>2</b>	Testigo	12,23d	32,73e	31,73e	0,5e
<b>3</b>	Fertilización con humus de lombriz(sólido)	14,16b	34,23d	34,00d	1,2d
<b>4</b>	FitoMás más humus de lombriz sólido	14,48a	48,00a	39,8a	2,0a
<b>5</b>	FitoMás	13,80c	36,58c	35,60c	1,4c
	CV %	6,65	7,86	8,52	34,22
	ESX ±	0,90	2,83	3,05	0,47

Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncana(P<0,05).

Leyenda: índices de significación (a,b,c), coeficiente de variación (CV), error estándar (ESX±)

### **3.4. Análisis de los resultados económicos de los resultados**

El análisis económico está fundamentado en la alternativa con sus tratamientos estudiados en las condiciones de producción para obtener una valoración más real del fenómeno y está basada en los índices propuesto por la FAO (1995) para evaluar la aplicación de fertilizantes.

Se comprobó al realizar una valoración del T-4 humos de lombriz sólido + FitoMás que mostró los mejores resultados, con  $2,0 \text{ t/ha}^{-1}$ , el autor considera que es al más efectivo, su valor de producción de la producción de 303908 cup.

Al realizar la valoración económica en moneda nacional los tratamientos 1-4 y 5 fueron los de mayor ganancia como fertilizantes biológicos y orgánicos. Los fertilizantes químicos son de difícil adquisición para el país con precios altos.

La relación valor costo fue superior a dos considerándose como un beneficio al100%, aunque es bueno destacar la influencia directa de los precios asequibles de los abonos orgánicos y bioestimulantes.

Si se valoran los resultados de la fertilización orgánica humus de lombriz, se obtuvo una relación valor costo mayor que dos en el tratamiento 1 (HLS+ HLL) obteniéndose un aumento de la producción con respecto al testigos infertilizarde  $1,1 \text{ t/ha}^{-1}$  y representó un incremento en el valor productivo respecto al testigo de 222931CUP.

#### **Valoración económica.**

Para su realización se tomó como base el experimento con la aplicación de las alternativas en los tratamientos y las combinaciones para determinar el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz, se calcularon de acuerdo con los datos obtenidos.

**Tabla No. 5. Valoración económica de los resultados obtenidos.**

<b>T</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimientos (t/ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Gastos (cup/ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Valor de la producción (cup/ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Beneficio neto (cup/ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Costo x peso(CUP/ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>1</b>	Humus de lombriz (sólido) con humus Lombriz(liquido)	1,6	35500	243126	207626	0,15
<b>2</b>	Testigo	0,5	35000	75977	40977	0,46
<b>3</b>	Fertilización con humus de lombriz(sólido)	1,2	35500	182344,8	146844,8	0,19
<b>4</b>	FitoMás más humus de lombriz sólido	2	40000	303908	263908	0,13
<b>5</b>	FitoMás	1,4	35300	212735,6	177435,6	0,17

## CONCLUSIONES

- Los resultados del experimento realizado demostraron que la evaluación de las alternativas biológicas y orgánicas favorecieron el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz en las condiciones de la investigación.
- Las alternativas biológicas y orgánicas provocaron un efecto directo en el rendimiento y sus componentes del cultivo del maíz, en las mismas condiciones.
- El tratamiento 4 (Aplicación de humos de lombriz sólido + FitoMás), fue el de mayor rendimiento con  $2,0 \text{ t/ha}^{-1}$ , pudiendo ser una alternativa ante la carencia de fertilizantes.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda repetir estudios similares

Se recomienda continuar estudios de campo que permita la generalización de las alternativas de forma sostenible con la reducción de los fertilizantes químico.

El tratamiento 4(Aplicación de humus de lombrizsólido + FitoMás) que fue el de mejor resultado productivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2009). *El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba*. En: Cultivos Tropicales. Vol. 30, no. 2, p. 113-120.
- Acosta, R. (2009). [El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba](#). En: Cultivos Tropicales, 30 (2) p. 113-120.
- Agricultura orgánica. (s.f). Los abonos orgánicos. beneficios, tipos y contenidos nutrimentales. Recuperado de <https://www.intagri.com>
- Bolaños y Edmeades. 1993. La fenología del maíz En: Síntesis de los resultados experimentales del PRM. Vol. 4
- CIMMYT, (2006). Generation Challenge Programme Partner and Product. Highlights, México, d. f.
- Congreso maizar.org.ar.(s.f.). Congreso maizar. Recuperado de: <https://www.congresomaizar.org.ar>
- Di Rienzo, J. A; Casanoves, F; Balzarini, M. G; Gonzalez, L., Tablada, M; Robledo, C. W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 336p.
- Díaz, T. (2005). Estimulador del crecimiento de origen vegetal. Su efecto en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum*). Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova". La Habana, Cuba, 2 p.
- Escalona, J (2008). Fitomás- E en cultivos no cañeros de interés del MINAZ, INICA –MINAZ. La Habana, 13 p.
- FAO, (2020). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Perspectivas alimentarias-Resúmenes de mercado.
- FAO, (2022). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Datos sobre alimentación y agricultura.
- FAO(2004). El maíz en la nutrición humana, Roma, p6. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep>
- FAO,(1995). 5º anual técnico de fijación simbiótica del nitrógeno leguminosa/*Rhizobium*. Roma. 1995. Capítulo I. p1-42.

- FAO. 1994. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Dilema del desarrollo y las políticas forestales, Roma.
- Faustino, E. Contribución del FitoMás-E a la sostenibilidad de la finca Asunción de la CCS "Nelson Fernández". Tesis de Diploma en opción al título de Ing.Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana 2006.
- McClintock, B.; Kato, T. y Blumenschein, A. Constitución cromosómica de las razas de maíz. Colegio de Post-graduados de Chapingo, México, 1981. 168p.
- Pérez Borjas Alejandro. 2007 Evaluación de 24 Cultivares de Maíz (*Zea maíz L.*) a través de una Feria de Agrodiversidad en el Municipio Majibacoa. C.u Vladimir I.Lenin. Las Tunas.
- Batista Pupo, W. R(2012-2013)Alternativas de fertilización en el cultivo del (*Zea mayz L*) maíz de la variedad Gibara en la CPA 1º de octubre del municipio Baguanos. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Rabí, 2001. Guía Técnica para la producción del cultivo del Maíz (*Zea mays, Lin*). Apoyo al programa para el cultivo popular de productos básicos en las provincias orientales del país. 8p.
- Rodelas, María. B., González, J. Martínez, M. V., Pozo, C. y Salmerón, V. (1999). Influence of *Rhizobium-Azospirillum* and *Rhizobium-Azotobacter* combined inoculation on mineral composition of faba bean (*Vicia faba L.*) 5
- Rodríguez-Fernández Pedro y Jacquelyn Castillo-Caballero: Producción local de pepino (*CUCUMISSATIVUS, L.*) híbrido SARIG454 y su impacto sobre el crecimiento y productividad del cultivo en dependencia de la biofertilización foliar en un agroecosistema santiaguero. Ciencias en su PC No 2, abril-mayo-juni, 2010, p 114-124.
- Santiesteban, M.A.(2009). Evaluación participativa de 16 líneas de maíz en un suelo pardo.
- Sardón Santiago J. (2020). El papel de la agricultura en la transformación social-ecológica de América Latina.
- Silva, E., Caviedes, M., Dobronsky, J., Zambrabo, L., Caicedo, M., Heredia, J, (1997). Variedad de Maíz Blanco Precoz INIAP-

101. Boletín divulgativo No. 292. Programa de Maíz, Estación Experimental Santa Catalina. Quito-Ecuador

- Suárez L.R (2016). Respuesta del cultivo del maíz (*Zea mays*) a la aplicación de tres bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica, en la zona de San Gabriel, provincia del Carchi, universidad técnica de Babahoyo, tesis de grado, 2016.
- Torres, R. y Francisco, J (1999). Inoculación mixta de *Rhizobium leguminosarum* biovar Phaseoli y *Azotobacter chroococcum* en condiciones semicontroladas del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Trabajo de curso. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Curso 1998-1999.
- Vila, R. (2012). Estudio del FitoMasE en diferentes momentos de aplicación en el cultivo de maíz (*Zea Mays*.L) en áreas de la UBPC "San Juan", municipio Cacocum, provincia de Holguín. Tesis de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo Facultad de Ciencias Agropecuaria Universidad de Holguín.
- Villaseca, S, Requerimientos de suelo y clima del maíz. IPALaplata, No43, 1987.
- Viñals, M., García, A., Montano, R., Villar, J., García, T & Ramil, M. (2011). Estimulante de crecimiento agrícola FITOMAS®; resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 3(45), 1-23.
- Yáñez, C. (2007). Manual de Producción de Maíz para Pequeños Agricultores y Agricultoras. Programa de Maíz. INIAP. Ecuador.
- Yumar, J. Uso de una mezcla de dos bionutrientes FitoMas E y Biobras16, como una alternativa ecológica para el cultivo de la cebolla en el Municipio "Güirade Melena". XVI Congreso del INCA, San José de las Lajas. Noviembre 2008. Soporte digital. Mullido de carbonato en las condiciones edafoclimáticas de la UEB la Julita del municipio de Manatí. Trabajo de diploma (en opción del título de Ing. Agropecuario). CULT. 59 p.

**ANEXOS**



