



FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Carrera: INGENIERÍA DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES FITOMÁS - E Y BIOBRÁS-16 EN EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA DEL CULTIVO DEL MAÍZ, PARA EL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL.

Autor: Frank Domínguez Torres.

Tutor: Ing. Abel Torres Rade.

Mayo de 2012 “Año 54 de la Revolución “
Urbano Noris, Holguín

Curso: 2011 - 2012



Tendremos que conquistar con inteligencia y tesón nuestro lugar en este mundo y nuestra independencia económica en condiciones difíciles y solo lo lograremos con el apoyo de la ciencia y la tecnología.

Fidel Castro

AGRADECIMIENTOS

- A Fidel y la revolución por darme la oportunidad de estudiar y prepararme para la vida.
- A mis padres, esposa e hijos, por su amor y comprensión.
- A mis hermanos por su apoyo material y espiritual para lograr el éxito deseado.
- Agradezco de manera muy especial a mi tutor por todos los momentos de este trabajo, malos y buenos.
- A todas las personas que me brindaron su ayuda de manera desinteresada para poder culminar exitosamente este trabajo.

DEDICATORIA

- A mis padres, que me han dado apoyo y su inmenso amor en todos estos años de mi vida.
- A todos los que confiaron en mi desde el primer momento.
- A mi esposa y a mis niños que constituyen el sostén de mi vida.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la Unidad Básica de Producción Cooperativa “Josué País García” ubicada en la zona de Laguna Blanca, perteneciente a la Unidad Empresarial Básica Atención a los Productores “Julio Antonio Mella” de la provincia Santiago de Cuba; en el mismo se evaluaron dos bioestimulantes en el cultivo del maíz (*zea mays*) para el proceso industrial, con el objetivo de conocer los efectos que estos ejercen sobre los principales indicadores del rendimiento en este cultivo tan importante para la alimentación humana y animal. El suelo donde se desarrolló el experimento es un vertisuelo. Para ello este se montó en agosto de 2010 a diciembre de 2010 con un diseño en bloque al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas. Se utilizó un tratamiento Testigo, aplicando los productos de forma foliar. A los 20 días después de la siembra se aplicó al segundo tratamiento el Fitomás - E, al tercer tratamiento se aplicó Biobrás -16 y al cuarto tratamiento Fitomás - E. En el momento de la aparición de la hoja bandera a los 52 días, se le aplicó al cuarto tratamiento el Biobrás-16, es decir, Fitomás - E y Biobrás-16. Al evaluar estadísticamente los resultados mediante un análisis de varianza y aplicar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para un 5% de probabilidad de error, se pudo observar que los dos bioestimulantes aplicados influyen sobre los indicadores evaluados, quedando demostrado que al aplicar ambos por separado se lograron incrementos de un 37% y un 33% respectivamente con relación al Testigo, destacándose en mayor medida el cuarto tratamiento, Fitomás - E y Biobrás -16, el cual alcanzó un 72% de incremento.

ABSTRACT

The present work was developed in the Unit Basic of Production Cooperative “Josué País García” located in the area of Lagoon Blanca, belonging to the Unit Managerial Basic Attention to the Producing Julio Antonio Mella of the county Santiago de Cuba, in the same one two bioestimulantes was evaluated in the cultivation of the corn (zea mays) for the industrial process with the objective of knowing the effects that these they exercise on the main indicators of the yield in this cultivation so important for the human feeding and animal. The floor where the experiment was developed it is a vertisuelo. For it this it was mounted in August from the 2010 to December of the 2010 with a design in block at random with four treatments and three replicas. A treatment Witness was used, applying the form products to foliate. To the 20 days after the siembra was applied to the second treatment the Fitomás - E, to the third treatment was applied Biobrás -16 and to the fourth treatment Fitomás - E. In the moment of the appearance of the leaf flag to the 52 days was applied to the fourth treatment, the Biobrás-16, that is to say Fitomás – E and Biobrás-16. When evaluating the results statistically by means of a variance analysis and to apply the test of multiple comparison of stockings of Tukey for 5% of error probability, one could observe that the two applied bioestimulantes influences on the evaluated indicators, being demonstrated that when applying both for separate increments of 37% and 33% they were achieved respectively with relationship to the Witness, standing out in more measure the fourth treatment, Fitomás - E and Biobrás - 16, which reached 72% increment.

ÍNDICE	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	7
1.1. Generalidades	7
1.1.1. Importancia del maíz (zea mayz. L)	7
1.1.2. Valor nutritivo	8
1.1.3. Origen y clasificación botánica	8
1.1.4. Etapas del desarrollo fenológico del maíz	9
1.1.5. Preparación del suelo y sistema de labranza	13
1.1.6. Sistema de maíz + frijol común	16
1.1.7. Fertilización del maíz (zea mayz. L)	16
1.1.8. Costo de producción	18
1.1.9. Condiciones climáticas	22
1.1.10. Características del maíz (Variedad Tuzón)	24
1.2. Bioestimulantes	25
1.3. El Biobrás -16	29
1.3.1. Especificaciones	29
1.3.2. Efectos sobre el metabolismo de las plantas	31
1.3.3. Efectos del Biobrás -16 sobre diferentes partes y procesos en las plantas	33
1.4. El Fitomás	35
1.4.1. Composición	36
1.4.2. Fitomás- E. Significado y clasificación	36
1.4.3. Fabricación	37
1.4.4. Usos del producto	38

1.4.5. Papel del Fitomás - E en la nutrición de las plantas	38
1.4.6. Fitomás - E en hortalizas	39
1.5 Proceso Industrial.	39
1.5.1 Biotecnología y Biocombustibles	39
1.5.1.1 El bioetanol	41
1.5.1.2 El biodiésel	42
1.5.1.3 Ventajas del Biodiésel.	42
1.5.1.4 Beneficios de los biocombustibles: Alternativa al petróleo	43
1.5.1.5. Efectos beneficiosos en el organismo humano.	44
1.6. Actividad productiva en Cuba.	46
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.	48
2.1. Tratamientos evaluados	48
2.2. Variables evaluadas	49
2.3. Presencias de plagas y enfermedades	50
2.4. Materiales utilizados	51
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	52
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

El maíz (*zea mayz. L*) es uno de los cereales de mayor importancia económica en el mundo, ocupa el segundo lugar después del trigo, con una producción global de unas 500 millones de toneladas. Directa o indirectamente, constituye el alimento del 15 al 20 % de la humanidad, se cultiva por lo menos en más de 70 países, cubriendo un área de más de 134,2 millones de hectáreas, siendo el cultivo más repartido en todo el mundo, al cultivarse en los cinco continentes, aunque su zona fundamental es el continente americano. [Socorro y col.1999].

El término maíz (*zea mays, L*), se deriva de una palabra indio-americana, literalmente significa "*lo que sostiene la vida*". Después del trigo y el arroz, es el cereal más importante en el mundo, aportando nutrientes a humanos y animales. También en el proceso industrial sirve como materia prima básica para la producción de almidón, aceite, proteínas, bebidas alcohólicas, dulcificantes de comida y en la industria farmacéutica. [Latham, 1997].

El maíz (*zea mayz. L*) es un alimento importante en Asia, África, América Latina y partes de la antigua Unión Soviética. Cada país tiene uno o más platos que son únicos a su cultura. Los ejemplos son los ogi (Nigeria), kenkey (Ghana), koga (Camerún), tô (Malí), injera (Etiopía), y ugali (Kenya). La mayoría de estos productos se procesan de las maneras tradicionales. En África se cocina molido en una pasta o gacha y se come mientras está caliente, acompañado por una cerveza espesa, de bajo contenido alcohólico. En algunas áreas de África, la gacha de maíz está frita o cocida. En América Central y Latina, se consume el maíz en forma de pan de maíz o tortillas. [Latham, 1997]

El maíz (*zea mayz. L*) constituye una fuente importante de hidratos de carbono, proteínas, vitamina B y minerales. Como una fuente de energía, se compara favorablemente con las raíces y tubérculos, y es similar en el valor de energía a las legumbres secas. Se usa como alimento para los animales y materia prima

para uso industrial. En los países industrializados, una proporción más grande del grano se usa como alimento del ganado y como materia prima industrial para la comida y usos no alimenticios. Por otro lado, el volumen de este cereal producido en los países en vías de desarrollo, se usa como la comida humana, aunque su uso como alimento animal está aumentando. [Alonso 2006].

El grano de maíz posee un alto nivel nutricional, ya que es fuente de carbohidratos en forma de almidón, grasas, proteínas y minerales. La agricultura moderna se encuentra en constante evolución tratando de optimizar los recursos disponibles para obtener el máximo rendimiento de los cultivos.

El uso de los bioestimulantes se incrementó gradualmente en la agricultura nacional, al punto que en la actualidad su aplicación se ha hecho frecuente y casi imprescindible en muchos huertos frutales, así también en cultivos de hortalizas. [Fernández 1995; Cassanga 2000].

Los bioestimulantes son compuestos naturales de estructura esteroidal que se caracterizan por su extensa actividad estimuladora de crecimiento vegetal. Estas sustancias no causan deformaciones en las plantas y sus efectos en el crecimiento de las mismas es particularmente fuerte en condiciones adversas, como por ejemplo: temperatura no óptima, salinidad, estrés hídrico, por ello son denominadas por algunos autores "Hormonas del estrés". [Ikekawa y Zhao 1991].

La aplicación de estos productos estimuladores del crecimiento vegetal ha tenido un gran impacto en los últimos años. Estos actúan de diferentes formas sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos. En la actualidad existe una tendencia mundial de ir hacia la agricultura sostenible, minimizando al máximo el uso de los productos químicos (fertilizantes y pesticidas), que cada día son más antieconómicos y desequilibran el medio ambiente, además de causar directamente daños a la salud animal y humana. [Febles 1995].

Las zonas del trópico donde se produce maíz (*zea mays. L*) son afectadas por numerosos y diversos factores desfavorables que se intensifican debido a las variables

condiciones climáticas, los suelos improductivos o ácidos, la falta de insumos, la escasez de mano de obra para aplicar otros métodos de control y la degradación del suelo. En particular, se concede gran importancia a identificar métodos genéticos que permitan estabilizar e incrementar la productividad agrícola, pese al cambio climático y la creciente escasez de agua. [CIMMYT 2007].

En Cuba, el maíz (*zea mays. L*) ha sido un cultivo de gran importancia económica en el desarrollo de la agricultura y en el proceso industrial, constituyendo desde la cultura indígena hasta la época actual un alimento básico en la alimentación humana, del ganado y de las aves. La evolución negativa de los rendimientos de las cosechas y con importantes depresiones hasta la total ineficiencia por falta de aplicación de la tecnología adecuada al cultivo, han originado la necesidad de importar cantidades de este cereal a un precio en divisas muy variables y que en la actualidad son elevados en el mercado mundial. [Socorro y col. 1999].

Para algunas plantas hortícolas y ornamentales, estos biostimulantes incrementan los rendimientos ya que tienen la habilidad de formar una cubierta semipermeable alargando la vida de las hortalizas y frutos tratados, minimiza la proporción de la respiración y reduce la pérdida de agua. Son materiales montóxicos, biodegradables y tienen gran potencial, lo que representa una nueva forma para la protección de plantas. [Benhamou 1999; El Ghaouth et al 1999].

Cuba, como país caribeño con problemas comunes a las áreas costeras de la región, tiene como línea principal el estudio de los mecanismos de resistencia a estrés, tales como enfermedades, sequía, salinidad y el aprovechamiento del agua y la fijación de nitrógeno. [Cornide 2003].

Por lo anterior expuesto se hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas que permitan hacer un uso mas racional de los recursos, disminuir los costos de producción sin afectar la calidad y los rendimientos de los cultivos, lo que ha propiciado el empleo de Bioestimulantes de uso agrícola como el Biobrás-16, el cual incrementa los rendimientos de los cultivos, aumenta la calidad de las cosechas, incrementa la

resistencia de las plantas a condiciones de estrés, hídrico, salino, altas temperaturas y acelera el ciclo biológico. [Núñez, 1999; Jomarrón 2004].

El desarrollo óptimo de los cultivos agrícolas demanda de una elevada aplicación de fertilizantes minerales y pesticidas, pues estos representan elementos básicos imprescindibles para aumentar sus rendimientos. No obstante, se ha comprobado que el uso indiscriminado de dichos insumos químicos implica no solo un costo elevado, sino que con su aporte se contamina el suelo, se reduce la biodiversidad, aumentan los riesgos de salinización, disminuyen considerablemente las reservas energéticas del suelo y se contaminan las aguas superficiales y subterráneas. [Molina et al. 2000; Dierksmeier 2007].

Atendiendo a esta situación resulta imperioso la búsqueda de alternativas que solucionen a bajos costos los problemas de fertilización y sanidad de los cultivos agrícolas de interés económico; de ahí que desde hace algunos años se vienen introduciendo en Cuba el uso de bioestimulantes del crecimiento vegetal, y especial énfasis ha cobrado la utilización del Biobrás-16 y Fitomás-E; debido fundamentalmente al papel crucial que estos cumplen en la nutrición vegetal y su efecto en el mejoramiento del crecimiento vegetal, de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y su influencia en la actividad fisiológica de las plantas. [Núñez 1999; Montano 1998; López et al 2002].

Cussaianovich [2001] plantea que en los últimos tiempos y especialmente en Cuba son muchos los bioestimulantes y biofertilizantes orgánicos que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés a las condiciones adversas del medio, favoreciendo el crecimiento y desarrollo, como también el rendimiento. Con el uso de estos bioestimulantes se han obtenido resultados muy alentadores en algunos cultivos además del maíz (*zea mayz. L*), donde se destacan: la lechuga, rábano, pepino, habichuela y otros con incrementos de los rendimientos entre un 30 % y más. [López et al 2002; Vera y Rodríguez 2002; López 2005].

Los bioestimulantes son compuestos naturales que al igual que las giberelinas y las auxinas están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, los mismos poseen una fuerte actividad promotora del crecimiento y el desarrollo de las plantas entre los cuales está, estimular el alargamiento y la división celular. [Zullo y Adán 2002].

De igual manera el Biobrás -16 y el Fitomás – E. Su aplicación potencial en la agricultura, se basa en su doble calidad de inhibir el crecimiento in vitro de hongos, bacterias fitopatógenas, así como estimular la germinación, crecimiento y desarrollo de algunas plantas, a la vez que activan mecanismos de defensa en los mismos, las cuales están estrechamente relacionadas con la inducción de resistencia sistemáticas al ataque de microorganismos. [Benhamou 1994].

En Cuba, específicamente en la provincia de Santiago de Cuba, en el año 2010 se cosecharon 297.8 hectáreas (ha) con un rendimiento de 3.1 t/ha, siendo el 2008 el año donde se alcanzó un record en la producción de maíz (*zea mayz. L*), 325.9 ha sembradas y un rendimiento de 3.3 t/ha. [MINAGRI. Santiago de Cuba 2007].

La Unidad Básica de Producción Cooperativa “Josué País García” ubicada en la zona de Laguna Blanca, perteneciente al municipio Mella, colinda al norte con la Unidad Básica de Producción Cooperativa # 7 Antonio Maceo, al sur con el municipio Contramaestre, al este con la Empresa de Cultivos Varios Laguna Blanca y por el oeste con el municipio Jiguaní; dicha unidad cuenta con una superficie total de 2148.2 ha, con una superficie agrícola de 1910.0 ha, de ellas dedicada al cultivo de la caña 1377.5 ha, al desarrollo ganadero 443.7 ha, de cultivos varios 82.3 ha, de frutales 6.5 ha y no agrícola 238.2 ha. La densidad poblacional es de 592 habitantes con una fuerza laboral de 212 trabajadores, de los cuales están directamente vinculados a la agricultura 172. Por constar con esta baja fuerza laboral, la unidad en la época de siembra tiene que solicitar fuerza adicional o movilizados a otras entidades para poder cumplir con su plan de siembra y otras actividades agrícolas.

Este trabajo tuvo como objeto de estudio la evaluación del efecto de dos bioestimulantes Fitomás-E y Biobrás – 16 combinados sobre el rendimiento, en el

cultivo del maíz (*zea mayz. L*) en el período de agosto – diciembre de 2010, teniendo como campo de acción las plantaciones de maíz (*zea mayz. L*) en la unidad “Josué País García” de la Unidad Empresarial Básica de Atención a los Productores “Julio Antonio Mella”.

La ausencia del maíz (*zea mayz. L*) en la mesa del cubano y la no presencia de este grano en la alimentación animal son debido ante todo, a los bajos rendimientos que se alcanzan por unidad de superficie por carecer de una cultura idónea para la producción de este grano, a diferencia de algunos países centroamericanos como México, Guatemala, Nicaragua, los cuales lo utilizan en su alimentación básica, además de fines industriales para la obtención de alcoholes, aceites, harinas y sémolas.

Para este trabajo se tiene concebido el siguiente diseño de la investigación:

Problema: Los bajos rendimientos en la producción del maíz (*zea mayz. L*) en el municipio Mella por no contar con tecnología agrícola e industrial adecuada para la atención cultural del cultivo y el procesamiento de este.

Hipótesis: con la aplicación de Fitomás- E combinado con Biobrás -16 se lograría un incremento de los rendimientos en el cultivo del maíz (*zea mayz. L*), variedad Tuzón tanto agrícola como industrial.

Objetivo: Evaluar la aplicación de Fitomás-E y Biobrás-16 en el rendimiento del cultivo de maíz (*zea mayz. L*) con fines industriales.

CAPÍTULO 1.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo se abordan los temas concernientes a la importancia, valor nutritivo, descripción botánica, preparación de suelo, relación con otras leguminosas y el costo de producción del maíz (*zea mayz. L*).

1.1. Generalidades.

1.1.1. Importancia del maíz (*Zea mayz. L*).

El maíz (*zea mayz. L*) pertenece a la grande e importante familia de las gramíneas. El género *Zea* tiene una sola especie -*Zea mayz*-, la que es muy rica en variedades que la dividen en diversos grupos de acuerdo a sus peculiaridades, tales como la estructura de la semilla. Posee variaciones hereditarias bien definidas, entre otras características la separación de la inflorescencia masculina y femenina. La autofecundación o el cruce son sencillos y rápidos.

Es tal la importancia del maíz (*zea mayz. L*) en el mundo, que anualmente se producen más de 559,3 millones de toneladas en una superficie de 134,2 millones de hectáreas, es la planta mejor estudiada y su evaluación continúa manifestando variaciones heredables de valor científico y económico al ser una planta de ciclo corto, encaja perfectamente en la mayoría de las culturas establecidas. [Syngentaseeds 2007].

No existe ningún país en América Latina que no cultive maíz (*zea mayz. L*). En las tierras bajas del trópico se pueden producir varias cosechas al año, en otras regiones se da una por lo general. El maíz (*zea mayz. L*) conjuntamente con los frijoles constituye el alimento fundamental en México y América Central. [Bjarnason 1994]. Es un ingrediente básico entre los constituyentes de los alimentos para aves, cerdos y otros tipos de ganado, es igualmente importante en la elaboración de alimentos consumidos en diferentes modalidades.

1.1.2. Valor nutritivo.

El grano de maíz (*zea mayz. L.*), y especialmente el endosperma, es una fuente importante de carbohidratos, en forma de almidón. El embrión o nacimientos ricos en grasas y proteínas. El aceite de maíz (*zea mayz. L.*) extraído del germen se considera de buena calidad para el consumo humano. La calidad nutritiva está influenciada por el contenido y balance de los aminoácidos lisina y triptófano. La característica de alta calidad de proteínas puede ser heredada y transferida a variedades cultivadas. El germen es también rico en minerales; contiene 11 veces más que el endosperma, entre éstos se citan el fósforo y el magnesio. [Quintana 2002].

1.1.3. Origen y clasificación botánica.

La mayoría de los estudios sobre el origen del maíz (*zea mayz. L.*) sugieren que es originario de México – Guatemala. En Tehuacan, México, se han encontrado tuzas petrificadas de unos 7 mil años de edad, probablemente de una variedad de maíz (*zea mayz. L.*) hoy extinguida.

Reino	Vegetal
División	Espermatofitas o Fanerógamas
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Monocotiledóneas
Subclase	Glumiflorae
Orden	Poales
Familia	Poaceas o Gramíneas
Tribu	Maydeae
Género	Zea
Especie	Zea mayz L.

Las flores.

En el maíz (*zea mays. L*) existen flores, espigas o panojas y elote o choclo ubicadas en diferentes lugares de la planta.

Las flores espigas (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 mm, cada flor tiene 3 estambres largamente filamentosos.

Las flores elotes (hembras) se encuentran en una inflorescencia con un soporte central denominado tuza, cubiertas de brácteas foliares. Se disponen de dos en dos, lo cual explica que el número de hilera en la mazorcas sea siempre par; sus estilos sobresalen de las brácteas y alcanzan una longitud de 12 a 20 cm, formando su conjunto una cabellera característica que sale por el extremo de la mazorca (barba del maíz).

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 su etapa de madurez cuando el 50 % de las plantas han alcanzado la misma.

Las hojas se consideran completamente desarrolladas cuando se puede observar el cuello de la hoja, o sea la unión de la vaina con el limbo.

1.1.4. Etapas del desarrollo fenológico del maíz.

Etapas	Descripción	Eventos fisiológicos	Manejo agronómico
VE	Coleóptilo emerge de la superficie del suelo.	Meristemo apical debajo de la superficie del suelo. El crecimiento de las raíces seminales decrece y comienza el desarrollo de las raíces nodales en los nudos inferiores.	Preparación del suelo para garantizar buena emergencia, con humedad y temperaturas adecuadas. Plántulas muy sensitivas al micro ambiente. Absorción de nutrientes sólo con las raíces seminales.

V3	Tres hojas completamente desarrolladas.	Meristemo apical debajo de la superficie del suelo. El crecimiento de las raíces seminales cesa y se acentúa el de las raíces nodales.	Temperatura superior crítica para plántulas. Los daños al follaje no afectan el meristemo apical, que está bajo el suelo. El buen establecimiento de plántulas es vital para un buen rendimiento.
V6	Seis hojas completamente desarrolladas	Meristemo apical sobre la superficie del suelo. El meristemo se convierte en flor masculina incipiente. Todas las hojas se encuentran iniciadas, pero no visibles. El tallo inicia fase de elongación rápida. Las raíces nodales en nudos inferiores. Degeneración y pérdida de las hojas inferiores.	Termina la fase inicial de acumulación lenta de biomasa. Comienza la fase acelerada de crecimiento del cultivo, con expansión del follaje, captura de radiación (alrededor del 40%) y absorción de nutrientes. Las raíces nodales exploran un volumen extenso del suelo. Dando respuesta a la fertilización con N.
V9	Nueve hojas completamente desarrolladas.	Flor masculina con rápido crecimiento. Conversión de los meristemos laterales en mazorcas. Crecimiento rápido del cultivo; expansión del follaje y captura cada vez mayor de la radiación disponible. Desarrollo de raíces nodales en nudos	Tasa de crecimiento aún mayor debido a intersección de radiaciones al (60%). Expansión rápida del follaje y absorción de nutrientes. Iniciación de óvulos en las mazorcas incipientes (número por hileras). Fertilización adicional.

		adicionales.	
Etapas	Descripción	Eventos fisiológicos	Manejo agronómico
V12-15	12 - 15 hojas completamente desarrolladas	Mazorcas en fase de iniciación de óvulos. Espiga en rápido crecimiento y en competencia por recursos con las mazorcas, follaje y cultivo en rápida expansión. Captura casi total de radiación disponible.	La acumulación de la biomasa entra a la fase lineal. El estrés ambiental reduce el número de óvulos y mazorcas por planta. Alta demanda de humedad y nutrientes.
V18-22	18 - 22 hojas completamente desarrolladas	Espiga apta de emergencia, rápido crecimiento de óvulos en las mazorcas iniciadas. Expansión del follaje, la cobertura del suelo es casi completa. Se observan raíces adventicias.	Desarrollo de la mazorca muy sensitiva al estrés ambiental. Altos requerimientos de nutrientes y humedad. El estrés afecta más a la floración femenina, retardando la emisión de los estigmas y reduciendo el rendimiento en grano.
VT	Visible la última rama de la espiga, pero los estigmas aún no han emergido.	Espiga totalmente expuesta. Derramamiento de polen, de una a dos semanas. Altura y número final de hojas establecidas.	El rendimiento es muy susceptible al estrés ambiental. Óvulos en estado de crecimiento rápido. El follaje intercepta el 90 % de la radiación.
R1	Emisión de los estigmas	Los estigmas emergen para ser polinizados. El grano de polen toma 24 horas para fertilizar el óvulo.	Se determina el número de óvulos fertilizados por mazorca. El estrés causa polinización pobre y bajo

			número de granos por planta. La absorción de K cesa después de R1.
R2	Etapa de ampolla, de 10 a 12 días después de la fertilización (ddf).	El endosperma está lleno de líquido claro y el grano parece una ampolla. Se observa el embrión; éste tiene los meristemos apicales y la primera hoja formada. Los estigmas se oscurecen y degeneran. Comienza la fase lineal de acumulación en grano.	El almidón comienza a acumularse en los granos. Redistribución de N y P de otras partes de la planta hacia el grano. Senescencia de las hojas inferiores. Grano con 85 % de humedad.

Etapas	Descripción	Eventos fisiológicos	Manejo agronómico
R3	Etapa de leche 18 ddf.	Líquido blanco lechoso en el endosperma. Concentración alta de azúcares. El embrión comienza a crecer rápidamente y termina la división celular. Estigmas muertos.	Comienza la fase lineal de llenado con tasa cercana de 5 a 6 mg/día. Grano con 80 % de humedad.
R4	Etapa de masa 24 a 28 ddf.	El grano se llena con una sustancia blanca pastosa. El embrión tiene 4 hojas y ha crecido mucho respecto a R3. Acumulación de almidón en el endosperma. Almidón seco o endurecido se deposita de la corona hacia la base del grano	Removilización de nutrientes de la planta hacia los granos. Senescencia rápida de las hojas. Número final de granos determinados. Granos con 70 % de humedad.

		formando la línea de leche, indicador del estado fisiológico.	
R5	Etapa de dentado, 35 a 42 ddf.	La parte superior del grano se llena con almidón seco.	Removilización de nutrientes de la planta hacia los granos. Senescencia más rápida de las hojas. Granos con 50 a 60 % humedad
R6	Madurez fisiológica 55 a 65 ddf.	Los granos alcanzan su peso máximo. La línea de almidón seco ha avanzado hasta la base, formando la capa negra y ésta es visible. La planta se seca.	Final del cultivo. Granos con 30 a 35 % de humedad. La pérdida adicional de humedad depende del clima.

Fuente: Bolaños y Edmeades .1998. La fenología del maíz (*zea mayz. L*) en: Síntesis de los resultados experimentales del PRM. Vol. 4

1.1.5. Preparación del suelo y sistema de labranza.

La labranza es la manipulación física, química y biológica de los suelos para optimizar la germinación de la semilla y el establecimiento de la plántula.

La preparación de los suelos comprende un conjunto de prácticas, que bien realizadas pueden mantener alta productividad en los cultivos mientras se haga un uso adecuado de este recurso. La preparación incorrecta del terreno empeora las características del suelo, disminuyendo su capacidad productiva a través del tiempo; cada sistema de labranza tiene sus ventajas y sus desventajas, por lo que escoger uno de ellos depende de las condiciones del suelo, el clima de la región, las prácticas del cultivo, la rotación aplicada y las condiciones socioeconómicas de los productores.

Sistema de labranza	de Operaciones típicas	Porcentajes de 0 residuos	Principales ventajas	Principales desventajas
Convencional con arado de vertedera.	<ul style="list-style-type: none"> • Arado. • 2 pases de rastra de disco. • 1 o 2 pases de cultivadora. 	0 a 10	<p>Prepara un lecho fino.</p> <p>Excelente para mejorar residuos vegetales.</p> <p>Adaptable a suelos mal drenados.</p> <p>Amplio rango de opciones de manejo.</p>	<p>No controla la erosión.</p> <p>Alto costo de equipo de tracción.</p> <p>Uso depende del clima.</p> <p>Puede causar daños al suelo.</p>
Reducida con arado de cincel.	<ul style="list-style-type: none"> • Arado. • Grada. • Siembra. • 1 o 2 pases de cultivadora. 	> 30	<p>Buen control de la erosión.</p> <p>Buena oportunidad de incorporar residuos.</p> <p>Adaptable a muchos tipos de suelo.</p> <p>Amplio rango de opciones de manejo.</p>	<p>Puede preparar el suelo en exceso.</p> <p>Alto requerimiento de tracción.</p> <p>No recomendables en suelos rocosos.</p> <p>Alta pérdida de humedad del suelo.</p>
Reducida con rastra descentrada.	<ul style="list-style-type: none"> • Discos con rastras descentradas 	> 30	<p>Buen control de la erosión.</p> <p>Buena</p>	

- Grada. incorporación de
- Siembra. residuos.
- o 2 pases Muchas
- de opciones de
- cultivadora. manejo.

Labranza de conservación o labranza mínima.

Los sistemas de labranza reducida, se consideran labranza de conservación o labranza mínima si la cantidad de rastrojo que dejan en la superficie es suficiente como para reducir la erosión. Según algunos investigadores, una cobertura de rastrojos de 20-30 % reducirá la erosión entre un 50-90 %, comparado a no dejar rastrojo sobre la superficie del suelo.

En suelos con pendiente entre 10-15 %, la quema de rastrojo antes de la siembra, la preparación mecánica del suelo, y la falta de protección del suelo en las temporadas de lluvia, pueden ocasionar pérdidas de suelo de 1.5 a 3.0 cm de profundidad por año (150-300 t de suelo por año).

Existe un consenso en que incorporar los restos de cosecha al suelo tiene las siguientes ventajas:

- Reduce la insolación, disminuyendo la temperatura del suelo lo cual conserva la humedad del suelo.
- Reduce la erosión por causas de la lluvia y el viento, y aumenta la infiltración.
- Previene la formación de costras superficiales.

Aumenta el contenido de materia orgánica de los suelos, los nutrientes y la actividad biológica cerca de la superficie. Por cada 1 000 kg de rastrojo se aporta nitrógeno y fósforo al suelo en un porcentaje bajo, estos nutrientes estarán disponibles luego del proceso de mineralización del rastrojo, proceso a mediano plazo, no inmediato.

Una de las desventajas de la incorporación de rastrojo es que las bacterias que descomponen los tallos, raíces y otros tejidos usan el nitrógeno del suelo para su alimentación, inmovilizándolo, parte del nitrógeno del suelo es convertido a formas orgánicas no aprovechables por las plantas; el nitrógeno vuelve a estar disponible cuando las bacterias mueren y se mineraliza el nitrógeno orgánico de los tejidos vegetales del rastrojo. Por estas razones es frecuente que en cultivos no fertilizados bajo labranza de conservación, se observe, sobre todo en el primer año una reducción de los rendimientos del maíz (*zea mays. L.*).

1.1.6. Sistema de maíz + frijol común.

En las asociaciones maíz + habichuela, los mejores rendimientos del maíz (*zea mays. L.*) se obtienen cuando se combinan los dos granos, o la siembra del maíz (*zea mays. L.*) 10 días después de la siembra de la habichuela, así se logra una menor competencia entre las especies. La siembra simultánea puede reducir el rendimiento en grano de ambos cultivos, estos cultivos son menos afectados por el otro, cuando se siembran a densidades iguales o cercanas a su sombra como monocultivo.

1.1.7. Fertilización del maíz (*zea mays. L.*).

La cantidad de elementos nutritivos que el maíz (*zea mays. L.*) puede absorber por su sistema radicular, por unidad de superficie, depende de:

- Cantidad de elementos nutritivos disponibles en el suelo.
- Desarrollo del sistema radicular que tenga la planta.
- Grado de humedad del suelo.

Nitrógeno.

Los cultivares de alto rendimiento en grano necesitan de 25 - 30 kg de N por tonelada métrica de grano producido.

En el primer mes la planta absorbe el 8 % del total de N que usará en su vida; en el segundo mes absorbe 40-50 %; en el tercer mes, 10-25 %; y en el cuarto mes el 10-15 % restante.

Síntomas de deficiencia de N.

Amarillamiento total de las plantas, progresivo desde las hojas inferiores hacia las superiores. Tallos delgados, propensos al acame, mazorcas pequeñas con pocos granos en la punta, plantas sin mazorcas y rendimientos bajos.

Síntomas del exceso de N.

Puede ocasionar que las barbas permanezcan verdes en plena madurez de la espiga y que las plantas sean más propensas al acames, que aquellas desarrolladas en fertilidad óptima.

Síntomas de deficiencia del fósforo.

Tallos y puntas de las hojas de color morado a púrpura, especialmente notables en los primeros 30 días después de la siembra, crecimiento lento, polinización defectuosa y tallos sin mazorca. Cuando la diferencia no es tan marcada, se producen mazorcas con falta de hileras.

La cantidad de fósforo requerido para el maíz es una cuarta parte de la cantidad de N requerido. La mayoría del P se concentra en el grano.

Potasio.

Es usado en igual proporción que el P para la producción de granos. Se encuentra mayormente en el tallo y en las hojas. Los altos rendimientos que pueden conseguirse a altas densidades de plantación, son facilitados por un aporte elevado de K. Por su baja movilidad se puede aplicar en el momento de la siembra.

Síntomas de deficiencia del K.

Enanismo, tallos cortos, con nudos pardos oscuros, visible si se hace corte longitudinal al tallo, alargamiento de las hojas, reseca y oscurecimiento de sus bordes, seguido de necrosis, especialmente en las hojas bajas. A veces las mazorcas no forman granos adecuadamente y los granos en el extremo de las mismas quedan poco apretados y caen con facilidad.

Uso de abonos verdes: aportes de N de las leguminosas en rotación.

En Centroamérica se han obtenido importantes resultados con la rotación de las leguminosas canavalia (*canavalia ensiformis*) y mucuna (*stizolobium deerengianum*). Los abonos verdes pueden constituir una alternativa para abaratar el costo de producción del cultivo del maíz. [Fuente: Bolaños y Edmeades 1998].

1.1.8. Costo de producción.

El análisis de costos de las actividades y los insumos, puede indicar en cuáles de ellos es deseable hacer cambios en la tecnología e introducir aquellas más eficientes, y no necesariamente más caras. Donde sea posible, utilizar tecnologías más caras pero que hagan eficiente el proceso productivo sin aumentar grandemente los costos, en donde la tecnología usada o la propuesta representen un costo mínimo respecto al costo total de producción.

Un análisis del costo de producción del maíz (*zea mays. L*) indica que los productores estarían dispuestos a aceptar:

- Tecnologías que impliquen un costo menor en la mano de obra.
- El uso de cultivadoras de tracción animal o mecánica, reduciendo o sustituyendo el desyerbe con azadas.
- El uso de semillas de buena calidad genética y física puede ser una tecnología factible de uso, ya que el costo de la semilla es bajo con respecto al costo total de producción. La semilla cuesta menos del 2 % del costo total de producción.

A pesar del bajo nivel de rentabilidad del cultivo, el maíz (*zea mayz. L*) seguirá presente en los campos de agricultores. Son varias las razones que se señalan: su rol en la alimentación animal como grano, forraje, e incluso rastrojo; su rol en el consumo humano como grano, mazorcas verdes y en la elaboración de platos propios de la cultura alimentaria de las regiones del país. Además, el maíz (*zea mayz. L*) es importante cultivarlo en asociación o rotación con tomates, habichuelas, y otros rubros. En esos casos, tiene un efecto positivo en mantener niveles bajos de incidencia de plagas en estos cultivos.

Algunas sugerencias para el aumento de la rentabilidad del cultivo del maíz (*zea mayz. L*) en un esquema sostenible de producción son:

- Elección de un sistema de labranza apropiado.
- Manejo semi- mecanizado y mecanizado del cultivo, en lo que respecta a la siembra, el control de malezas y la cosecha, principalmente.
- Uso de recursos propios de cultivos de cobertura que aporten nitrógeno al suelo.
- Hacer más eficiente el uso del agua, bien de lluvias en cultivos de secano o bajo riego.
- Uso de variedades adecuadas y de alto rendimiento.

El maíz (*zea mays L*) es única por la gran diversidad genética de la planta, de la mazorca y del grano, por su adaptación a gran rango de ambiente, por su resistencia a enfermedades e insectos, por su tolerancia a distintos tipos de estrés ambiental por sus múltiples usos como alimento humano o animal y por la gran variedad de productos que se obtienen de esta especie. [Galinat 1995].

Es tal la importancia del maíz (*zea mayz. L*) en el mundo que anualmente se producen más de 559,3 millones de toneladas en una superficie de 134,2 millones de hectáreas, es la planta mejor estudiada y su evaluación continua manifiesta variaciones heredables de valor científico y económica al ser una planta de ciclo corto, encaja perfectamente en la mayoría de las culturas establecidas. [Syngentaseeds 2007].

En los Estados Unidos donde se llama Corn, el maíz (*zea mays. L*) se produce en escala gigantesca, se estima que si la cosecha anual de dicho país se coloca en camiones de tamaño corriente, formarían una fila que daría vuelta a la tierra cinco o seis veces, dichas plantaciones son más de la décima parte de las tierras laborales de Estados Unidos de América. La cosecha media anual es superior a 100 millones de toneladas y su valor, varias veces mayor que el de la producción anual de oro y plata en todo el mundo. Así pues, tanto en valor como en área cultivada, supera a todas las otras producciones agrícolas de ese país.

A parte de Estados Unidos de América los principales países productores son: China, Brasil, México, Francia, Yugoslavia, Rumania, Italia, República Sudafricana y Argentina. La importancia del maíz (*zea mays. L*) como alimento básico de la mayor parte de las poblaciones sometidas al fenómeno del subdesarrollo en América Latina y África como fuente energética de productos industriales y como complemento dietético animal, hacen reafirmar la necesidad de intensificar su cultivo, con la tendencia corriente de una mayor producción por área en todo el mundo. [Dowswell, *et al.* 1996].

El maíz (*zea mays. L*) desempeña un papel importante en los países dedicados a la agricultura con mayor o menor desarrollo, correspondiendo a los países desarrollados y a los subdesarrollados, una distribución diferente. Los países desarrollados utilizan de un 5 -10% de sus producciones para la alimentación humana, un 80% para la alimentación animal y de 5-10% para las industrias, mientras que los países subdesarrollados utilizan solo el 5% de su producción para la alimentación animal y el 95% para la alimentación humana. [FAO 1992].

La preponderancia del maíz (*zea mays. L*) en la alimentación humana directa o indirectamente, transformando en carnes, huevos, mantequilla, grasa, es solamente un aspecto de su valor económico, si se tiene en consideración la gran diversidad de subproductos que obtenidos por la industrialización lo hacen imprescindible en la vida cotidiana. El grano es un excelente alimento para el hombre, en diversas regiones del mundo y sobre todo en América. Se conoce como plato ocasional, ya sea tierno o seco,

en forma de harina, maicena, gofio, tamales, arepas, pinoles, pones, empanadas, pudines, pasteles, sopas, bebidas, etc.; denominaciones que pueden variar de un país a otro, llegando a definirse que existen más de 160 platos diferentes elaborados con maíz. [Joven and Burton 1992].

El maíz (*zea mays. L*) desde el punto de vista de su empleo como alimento en la ganadería, tiene una aplicación multilateral, o sea, puede utilizarse toda la planta bien sea verde, seca, con o sin mazorcas. El aprovechamiento de los subproductos derivados de la industria es uno de los más importantes aspectos de su utilización en la alimentación animal. Se utiliza la planta y el grano en forma de forraje, ensilaje, restrojos, piensos, afrechos y harinas. [Syngentaseeds2007]. Es el cereal del cual se obtienen más productos; su industrialización como etapa más avanzada de su utilización, consiste en una serie de transformaciones químicas en su mayoría por medio de los procesos de molinado en seco, con humedad, la destilación y la fermentación.

Los principales productos de la industria molinera de grano seco, que se utilizan en la fabricación de alimentos para el consumo humano son: harina gruesa y harina fina, sémola y hojuela, escamas y otros derivados de cereales, que en muchos países se elaboran para el desayuno. La industria del pienso formula para la rama pecuaria, mieles, jarabes, azúcares, aceites y destrinos.

La mazorca del maíz (*zea mays. L*) y sus desechos, hojas, tallos y raíces, contienen grandes cantidades de furfurool, un líquido utilizado en la fabricación de fibras de nailon y plásticos de fenol-formaldehído, el refinado de resinas de madera, la obtención de aceites lubricantes a partir del petróleo y la purificación del butadieno, para producir caucho sintético. Con las mazorcas medias se fabrica un abrasivo blando, con las mazorcas de gran tamaño de cierta variedad, se hacen pipas para tabaco.

El aceite extraído del germen del grano, se consume como grasa alimenticia, tanto para cocinar como crudo o solidificado, en forma de margarina, también se emplea en la fabricación de pinturas, jabones y linóleo.

La investigación de nuevas fuentes de energía se ha fijado en el maíz (*zea mayz. L*); es muy rico en azúcar, a partir de él se obtiene alcohol que se mezcla con petróleo para formar el llamado gasohol; las partes vegetativas secas son importantes fuentes potenciales de combustible de biomasa. [Syngentaseeds 2007].

El grano de maíz (*zea mayz. L*), tiene un 10% de sustancias nitrogenadas donde se encuentra la zeína, la adestina (una globulina), la maicena (en tres formas a, b, g), las barbas o cabelleras del maíz tienen virtudes diuréticas, realmente eficaces y de acción muy segura empleadas con éxito en cólicos nefríticos, pueden prestar excelentes servicios en los estados febriles, en las inflamaciones de la vejiga, enfermedades cardiacas, albúmina, gota, etc. [Syngentaseeds 2007].

1.1.9 Condiciones climáticas.

Aunque el hábitat natural del maíz (*zea mayz. L*) está situado en las regiones tropicales, su cultivo debido a la gran cantidad de tipos diferentes que existen, se ha difundido en una amplia gama de condiciones climáticas. El maíz (*zea mayz. L*) se cultiva en todas las latitudes, excepto, donde el clima es excesivamente frío o el período de tiempo necesario para que se produzca el desarrollo vegetativo es demasiado corto. [Bjornason 1994].

El maíz (*zea mayz. L*) es una planta de clima cálido, requiere humedad y calor desde el momento en que se efectúa la siembra hasta finalizar el período de floración y formación del grano; durante la germinación las temperaturas menores de 12.8 °C, traen como resultado disminuciones significativas del rendimiento en las cosecha. [Beck y Vasal 1993].

Las temperaturas cerca de 10 °C por encima de la óptima para el funcionamiento de los tejidos pueden influir en la formación de proteínas del golpe de calor. Estas proteínas parecen estar relacionadas a la capacidad de las plantas para tolerar las altas temperaturas, y en razón de que su síntesis se inicia en base a una señal ambiental específica, hoy día son motivo de estudios detallados, las proteínas del golpe de calor,

parecen ser algo más que una curiosidad de laboratorio ya que ocurre bajo condiciones de campo en un cierto número de especies, su función no es clara pero podría estar relacionada a la protección de la membrana y de las proteínas de golpe de calor. Se han identificado en el maíz (*zea mayz. L*) y se ha relacionado a la tolerancia térmica adquirida. [Jorgensen y Nguyen 1995].

Las altas temperaturas tienen un efecto directo sobre la polinización del maíz ya que la viabilidad del polen se reduce en forma importante por encima de temperaturas de 35°C, dado a que el derrame del polen ocurre en las primeras horas del día, las temperaturas a esa hora difícilmente llegan a un nivel que puede causar daño, sin embargo si las altas temperaturas están asociadas a una baja humedad matinal, la viabilidad del polen se puede reducir de tal manera que la formación del grano puede ser afectada en el caso que el abastecimiento del polen viable descienda por debajo del 80 %, la polinización puede ser una limitante del rendimiento. [Westgate 1994].

Las temperaturas después de la floración incrementan la tasa de llenado de los granos y acortan la duración de ese período, lamentablemente el efecto de las temperaturas elevadas es por lo general relativamente mayor para el desarrollo, duración del tiempo de llenado del grano, para el crecimiento, tasa de llenado del grano, por lo que el rendimiento es en general reducido por las altas temperaturas después de la floración. En muchos casos, sin embargo, las altas temperaturas en el campo están asociadas con períodos de poca lluvia y sequía, por lo que los efectos de las temperaturas se confunden con los del estrés por falta de agua. [Pollock e t al 1993].

El maíz (*zea mayz. L*) cultivado en zonas tropicales pueden a menudo estar en un ambiente con condiciones de temperatura del aire por encima de las óptimas cuando las hojas transpiran libremente, la temperatura de las mismas estarán 1°C ó 2°C por debajo de la temperatura del aire, evitando daños a los tejidos. Si la transpiración se reduce a causa de un cierre parcial de los estomas, las temperaturas de la hoja pueden llegar a ser 3 °C, a 6 °C superior a la temperatura del aire y si el cierre de los estomas

es total la temperatura de la hoja puede ser hasta de 10 °C más alta que la temperatura del aire. La fotosíntesis disminuye la temperatura de las hojas 4 °C. [Squire 1990].

El maíz (*Zea mays. L*) es un cultivo sensible al frío y sufre daños a temperaturas entre 0 °C y 10 °C, si está expuesto a la luz normal y a temperaturas entre 10 °C y 15 °C, también puede ser afectado. Los efectos de las bajas temperaturas se manifiestan tanto sobre las funciones enzimáticas, como las propiedades de la membrana y se pone en evidencia por la reducción de la fotosíntesis del crecimiento, de la extensión de la hoja, por la absorción de agua y nutrimentos. Las temperaturas entre 0 °C y 10 °C pueden resultar en un desarrollo radical anormal y en la pérdida de turgencia. [Eagles y Lothrop 1994].

En el maíz (*zea mays. L*) de las tierras altas tropicales es común tener bajas temperaturas que son precisamente lo que definen esos ambientes, las temperaturas de 0 °C a 6 °C ocurren por lo general al principio de la estación y las temperaturas por debajo de 0 °C pueden ocurrir en las zonas altas, en cualquier momento, siendo más peligrosas durante el período del llenado del grano. [Laffite y Edweades 1996].

El cultivo del maíz (*zea mays. L*) en zonas bajas o de media altitud en el invierno puede también sufrir daños por el frío. El área sembrada con maíz (*zea mays. L*) en el sur y sureste de Asia podría en un futuro sufrir el impacto de este estrés en la producción del maíz (*zea mays. L*) tropical. Las bajas temperaturas también afectan la traslocación de los metabolitos y en las especies sensibles tales como los cultivadores de maíz (*zea mays. L*) de zonas bajas, estos procesos se reducen a temperaturas por debajo de 10 °C. La traslocación de los carbohidratos disminuyen sensiblemente durante el período nocturno y lleva a la acumulación de almidón en los cloroplastos, lo cual, aparentemente, reduce la fotosíntesis. [Wardlaw 1993].

1.1.10 Características del Maíz (Variedad Tuzón).

La mazorca tiene una longitud que fluctúa entre 15 y 18 cm, por lo que se le denomina como Tuzón Largo y Tuzón Corto, aunque en realidad el corto es la forma original del

mismo, siendo el largo resultado de cruzamientos no controlados con variedades de mayor longitud en la mazorca.

El diámetro de la mazorca oscila entre 2,5 y 3,5 cm, presentando un desarrollo uniforme, sus granos presentan mayor cantidad de almidón blando que se extiende desde la parte de atrás del germen hasta el ápice, presentando en la corona la depresión propia del maíz dentado con el almidón córneo, situado a ambos lados. Los granos se presentan largos en forma de cuña, también largos y aplanados, oscilando entre 1 y 1.5 cm de longitud.

Las mazorca generalmente posee de 14 a 18 hileras, siendo fáciles de desgranar, es una de las variedades de mayor rendimiento de 2.7 a 3.0 t/ha y se emplea para la alimentación de animales y la elaboración de piensos. Es una variedad regional de la antigua provincia Oriente, donde más se cultivaba era en la localidad de Jiguaní. [Quesada, SAM y Facundo1998].

1.2 Bioestimulantes.

Los bioestimulantes o fitoreguladores: son mezclas de aminoácidos complementados por diferentes concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio (en dependencia de cual de los tres se trate). Son evaluados de estimuladores del crecimiento y fertilizantes aplicados en etapas muy jóvenes sobre el follaje.

En Cuba se ha explorado la posibilidad de algunos sustratos relacionados con la síntesis, la actividad biológica y las aplicaciones prácticas de una nueva clase de reguladores del crecimiento vegetal denominados brasinoesteroides. [Núñez 1999; 2000].

Estos son compuestos que poseen una fuerte actividad promotora del crecimiento vegetal, debido a las bajas concentraciones en que están presentes en las plantas, estimulan el alargamiento y la división celular. [Roddick 1993].

Los bioestimulantes son variedades de productos, cuyo común denominador es que contienen principios activos, que actúan sobre la fisiología de las plantas, que aumentan

su desarrollo, mejoran su productividad y la calidad del fruto, contribuyendo a optimizar la resistencia de las especies vegetales ante diversas enfermedades. [Díaz 2005].

Otro efecto beneficioso atribuido a estos bioestimulantes es su capacidad para producir sustancias reguladoras del crecimiento y desarrollo vegetal tales como: fitohormonas, vitaminas, aminoácidos y otras, que son posteriormente transferidas a la planta hospedera. [López 2005; Núñez y Robaina 2000].

La escasez de fertilizantes minerales en Cuba, así como su elevado costo en el mercado mundial, obliga a buscar alternativas biotecnológicas que puedan suplir las necesidades de nutrientes que presentan la mayoría de los cultivos de interés agro económico de la agricultura cubana. Actualmente las ciencias agronómicas disponen de alternativas que hacen a los fertilizantes químicos menos imprescindibles para la fertilización de los cultivos agrícolas; así mismo, el uso de bioproductos para la nutrición de las plantas ha ido en ascenso en la medida que estos demuestran que son capaces de minimizar el uso de estos quimioproductos, todo lo cual resulta de gran valor en la actualidad, en que se van trazando pautas para modificar la llamada agricultura moderna por aquella que propugna la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social. [Martínez-Viera 2002; Terry y Leyva 2006].

En la práctica agrícola se ha comprobado el efecto agrobiológico y agroecológico producido por los biofertilizantes sobre diferentes cultivos de importancia agrícola en Cuba, lográndose incrementos de los rendimientos en calidad y cantidad, así como una mayor resistencia de las plantas a condiciones adversas del medio. [Martínez-Viera et al. 2002; Medina 2004].

Se ha comprobado científicamente que con el empleo de estos biofertilizantes; se abarata la producción agropecuaria, se reducen los riesgos de contaminación ambiental, se mejoran las propiedades físico-químicas y biológicas de los suelos y por consiguiente su nivel de fertilidad y sanidad y finalmente se incrementan los rendimientos de los cultivos en calidad y cantidad. [Medina 2002; Terry y Leyva 2006].

Muchos productos naturales han sido empleados para potenciar el manejo ecológico de los agros-ecosistemas, entre los que se pueden encontrar: bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes. En los últimos años y especialmente en Cuba son muchos los bioestimulantes y biofertilizantes orgánicos que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés a las condiciones adversas del medio favoreciendo el crecimiento, desarrollo y el rendimiento con una disminución del uso de sustancias químicas. [Cussianovich 2001].

De hecho la utilización de los productos que ejercen funciones biorreguladoras y bioestimuladoras de crecimiento, a la vez constituyen la base de la fertilidad del suelo y su papel fundamental presenta un triple aspecto: físico, químico y biológico. [Noriega 1998]. Cuando estas sustancias se aplican a diferentes cultivos, son capaces de aumentar los rendimientos, mejoran la resistencia a las bajas temperaturas, reducen los daños por aplicación de productos tóxicos y mejora la tolerancia a la salinidad. [Núñez et al. 1994].

La fertilización orgánica, los biofertilizantes, los bioestimulantes, al igual que el uso de diferentes medidas de conservación del suelo, contribuyen a contrarrestar el efecto del deterioro de la calidad de vida del hombre y los animales, producida por la utilización de productos químicos como fertilizantes minerales y pesticidas, que dañan tanto al suelo que es la principal fuente de vida de los seres vivos y plantas que están sobre él; las plantas y en especial las hortalizas de frutos son más proclives al recibir estos efectos negativos y directamente son recibidos por el hombre que es el que la consume en mayor cantidad. [Molina, et al. 2000; Medina 2004].

El enriquecimiento de la rizosfera, zona del suelo que rodea el sistema radical de las plantas y donde se desarrolla la vida microbiana, con algunos de estos microorganismos puede suplir, al menos en parte, la aplicación de biofertilizantes sintéticos. [Trujillo 2002].

Los biorreguladores del crecimiento vegetal son sustancias naturales para el tratamiento de los cultivos como activadores de las funciones fisiológicas por lo que su aplicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes; entre estos productos se encuentran algunos químicamente bien definidos (muchos de ellos obtenidos artificialmente mediante síntesis químicas) tales como, aminoácidos, polisacáridos, pépticos y otros más indefinidos y complejos en cuanto a su composición química como pueden ser los extractos de algas, ácidos húmicos y otros. [López 2002].

Muchos productos naturales han sido empleados para potenciar el manejo ecológico de los agroecosistemas, biofertilizantes y bioestimulantes. En los últimos años y especialmente en Cuba son muchos los bioestimulantes y biofertilizantes que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés a las condiciones adversas del medio y dentro de los cuales se pueden mencionar: las micorrizas arbusculares, el Azotobacter, los bioestimulantes, las bacterias solubilizadoras del fósforo, el Fitomás y otros, los que favorecen el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento con una disminución del uso de sustancias químicas. [Medina 2002; Martínez-Viera y Dibut 2002].

Los bioestimulantes son productos semi-sintéticos, obtenidos a partir de fuentes naturales, su estructura esteroideal y su actividad biológica están relacionados con la aceleración del crecimiento en las plantas, el incremento en el rendimiento y la calidad de las cosechas. Dada su amplia utilización en cultivos de plantas para el consumo humano se hace imprescindible su evaluación genotóxica. [Núñez 2000].

Los bioestimulantes son productos que en aplicaciones foliares aceleran el crecimiento de las plantas y mejoran la calidad de la cosecha y en particular el Biobrás-16 activa el crecimiento vegetal. No obstante, como se ha visto por los resultados obtenidos, existe la tendencia a un mayor crecimiento de las plantas, cuando las sustancias se combinan en el mismo tratamiento, de lo que se infiere que los efectos individuales se potencian. [Pinares 2000].

Los biostimulantes evaluados en este trabajo son: el Biobrás -16 y el Fitomás - E.

1.3. El Biobrás-16.

El Biobrás-16 es un estimulador del crecimiento vegetal, con la aplicación del cual se ha logrado: Incrementar los rendimientos de los cultivos agrícolas, aumentar la calidad de las cosechas, incrementar la resistencia de las plantas a condiciones de estrés hídrico, salino y de temperatura, así como acelerar el ciclo biológico de los mismos. [Núñez y Robaina 2000; Terry et al. 2001].

1.3.1 Especificaciones:

- Nombre comercial: Biobrás-16.
- Ingrediente activo: Cetona esteroideal polihidroxilada (sólido).
- Fórmula global: $C_{27}H_{42}O_5$.
- Tipo de formulación: Líquido soluble en agua.
- Presentación: Frascos de 100 mL y de 1000 mL con una concentración de principio activo de 100 mg/litro.
- pH: 5-6
- Almacenamiento: Manténgase el frasco bien cerrado en lugar fresco, a temperatura inferior a 40 °C y alejado de la luz.

Se puede aplicar de diferentes formas: Aspersión foliar, inmersión de semillas y de posturas y otros. Aspersión foliar: Por cada hectárea de cultivo se disuelven entre 100 y 200 mL de Biobrás-16 en suficiente cantidad de agua y se le aplica a las plantas utilizando cualquier método de aspersión (mochila, fumigadora, avión, etc.). Se deben realizar una o dos aplicaciones según el tipo de cultivo.

- Inmersión de semillas: otro modo de aplicación, en estudio actualmente, se utilizan soluciones acuosas entre 1×10^{-3} mg/mL⁻¹ y 1×10^{-5} mg/mL⁻¹ de Biobrás-16. La cantidad de semillas que se sumergen, el tiempo de inmersión y la concentración de la solución dependen del tipo de cultivo.

El Biobrás -16 se puede aplicar en diversos cultivos comerciales, plantas ornamentales y flores. En dependencia del cultivo, se aplican 10-20 mg/ha.

El principio activo del Biobrás -16 es un sólido cristalino. Para su aplicación en la agricultura este se presenta con varios aditivos en una formulación líquida con una concentración de 0.1 g/L del principio activo (100 ppm). El Biobrás -16 puede ser aplicado solo (disuelto en agua) o mezclado con otros agroquímicos, tales como, fertilizantes foliares, insecticidas, funguicidas, etc. Se ha observado un efecto sinérgico cuando se aplica conjuntamente con algunos fertilizantes foliares y humus líquido. De manera que es compatible con estos compuestos químicos.

También se ha apreciado un incremento en el contenido de azúcares en las frutas cuando se ha aplicado al melón de agua, la fresa y la uva.

Por inmersión de las semillas se ha logrado un incremento de un 28% en el índice de vigor del pimiento, de un 15% en la germinación de la semilla botánica de papa, de un 15% en la germinación de la mandarina cleopatra, entre un 20 y un 40% en la germinación de semilla de frutabomba y entre un 10 y un 15% de incremento en el rendimiento de diferentes cultivos. [Pinares de la Fe 2000].

Se ha demostrado la fuerte actividad del Biobrás - 16 en el cultivo del maíz (*zea mayz. L*), al estudiar la influencia de este producto en varios parámetros del cultivo, lográndose los mayores rendimientos cuando se aplicó la dosis fraccionada al 50% en los dos momentos, en evaluaciones de diferentes dosis y momentos de aplicación del Biobrás - 16 en el cultivo del frijol, concluyeron que los mejores resultados fueron en los tratamientos en los que se aplicó el Biobrás en dosis de 20 y 30 mg/ha. [Almenares 1999].

El Biobrás -16 es un estimulante del crecimiento vegetal. Fue desarrollado por el laboratorio de Productos Naturales (ProNat), de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, Cuba. Desde 1995 se está utilizando con éxito en la agricultura cubana y se exporta a Colombia, Chile y Venezuela. Está en proceso de registro en España y México. [ProNat 1995].

Con la aplicación del Biobrás -16 a diferentes cultivos, se logra incrementar los rendimientos, aumentar la calidad de las cosechas, incrementar la resistencia de las plantas a condiciones de estrés hídrico, salino y de temperatura, acelera el ciclo biológico. Este bioestimulador no produce daños fisiológicos sobre el material vegetal y no es producto tóxico. [Núñez y Corbera 1999].

En Cuba el laboratorio ProNat trabaja, a partir de fuentes naturales, en la síntesis de compuestos cuyas estructuras y actividad biológica son similares a la de los brasinoesteroides. Hasta el presente se ha logrado obtener una serie de productos denominados Biobrás, que por la actividad biológica que presentan y por la relación costo/beneficio son sumamente atractivos para las entidades agrícolas. [Pheng, X 2007].

1.3.2. Efectos sobre el metabolismo de las plantas.

Una formulación conocida como EPIN y que tiene como sustancia activa la 24-epibrasinólida, fue registrada en Rusia y Bielorrusia desde 1992 y aplicada con éxito en cultivos como: tomate, papa, maíz (*zea mayz. L*) y soya. Sin embargo, actualmente los ensayos de campo con estos tres brasinoesteroides se han suspendido en Japón y en Europa, ya que no se obtuvieron efectos estables y significativos, en estas condiciones. [Jiménez y Valles 2000].

Según Rodríguez [2000], la tendencia actual consiste entonces en la búsqueda de análogos de brasinoesteroides que sean capaces de estimular el rendimiento de los cultivos de una forma estable, por lo que discuten los resultados obtenidos con un derivado del ácido jasmónico (PDJ) conocido como TNZ 303.

Khripach y Zhabinskii [1999], informaron la influencia de la alta especificidad de la interacción de cada brasinoesteroide con los genotipos. Por otra parte, se registró un incremento razonable del nivel de AIA en el euploide por la acción del tratamiento con la epibrasinólida y se encontró un incremento del nivel de RZ en las mismas plantas cuando fueron tratadas con la homobrasinólida. Sasse [1991], planteó que el

tratamiento con las hormonas vegetales reconocidas afecta la elongación inducida por la brasinólida; las giberelinas tienen un efecto aditivo y la zeatina un efecto inhibitorio. Con las auxinas hay un sinergismo donde la brasinólida permite a éstas inducir elongación cuando solas son inefectivas. La auxina exógena afecta la cinética de la respuesta a la brasinólida; sin embargo, el sinergismo encontrado en pepino puede ser atribuido a un incremento en la amplitud de la respuesta a la auxina.

El papel de los brasinoesteroides en el cultivo de células vegetales ha sido demostrado por varios autores. Así, Sakurai y col. [1991], plantearon que estos compuestos en combinación con las auxinas promueven el crecimiento de tallos de varias plantas y en el cultivo de células de zanahoria, estos indujeron el alargamiento celular pero no la división. La división y el alargamiento celular en un tejido en crecimiento requieren de la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas. Las hormonas vegetales tales como las auxinas, giberelinas y citoquininas regulan el metabolismo de los ácidos nucleicos en las plantas. [Key 1969].

El efecto de los brasinoesteroides en el metabolismo de las proteínas y los ácidos nucleicos fue estudiado por Mondava y col. [1987], los cuales utilizaron inhibidores de la síntesis de proteínas y del ARN para evaluar sus efectos en la respuesta inducida por brasinoesteroides en cortes de epicotilo de frijol mungo y ellos encontraron que los inhibidores ensayados y en particular, la actinomicina D y la cicloheximida, interfirieron en el crecimiento del epicotilo. Los efectos causados por estos inhibidores parecen ser revertidos por los brasinoesteroides cuando el tejido tratado con el inhibidor se lava con agua. Este procedimiento contrarrestó la respuesta inhibitoria y produjo adicionalmente un efecto promotor del crecimiento.

Los análogos de brasinoesteroides modifican diferencialmente la actividad peroxidasa, superóxido dimutasa y el contenido de proteínas en plantas jóvenes, los resultados sugieren que estos análogos cubanos de brasinoesteroides podrían regular diferencialmente la capacidad antioxidante de las plantas jóvenes a través de cambios

en algunos componentes enzimáticos del sistema antioxidante, lo cual depende de la dosis y la estructura de cada análogo utilizado. [Núñez y Robaina 2000].

Dentro de la serie Biobrás se ha desarrollado el Biobrás -16. Desde 1995, este producto se está utilizando con éxito en la agricultura cubana y se exporta hacia varios países de Latinoamérica (Colombia, Chile y Venezuela). Con la aplicación del Biobrás-16 a diferentes cultivos se logra:

- Incrementar los rendimientos.
- Aumentar la calidad de las cosechas.
- Incrementar la resistencia de las plantas a condiciones de estrés hídrico, salino y de temperatura.
- Acelerar el ciclo biológico.

Núñez [1999], planteó que la aplicación del Biobrás -16 se ha extendido a otros cultivos y condiciones de producción como son los organopónicos y huertos intensivos. La aplicación de esta formulación en lechuga, pepino, habichuela, entre otros, ha demostrado la efectividad del mismo como estimulador de los rendimientos agrícolas.

1.3.3. Efectos del Biobrás -16 sobre diferentes partes y procesos en las plantas.

- **Efecto Anti-estrés.**

Se ha demostrado que el Biobrás-16 protege los cultivos contra condiciones de estrés, producido por altas o bajas temperaturas, sequía, salinidad de los suelos y efectos tóxicos de ciertos químicos. [Núñez 1998].

Toxicidad.

Estudios realizados por el Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de la Habana, indican que el Biobrás – 16 no es producto tóxico. [Permuy 1998]. Es un producto de bajo consumo y fácil aplicación.

En dependencia del cultivo, se aplican 10-20 miligramos de principio activo por hectárea, por tanto un gramo de principio activo alcanza para aplicar entre 50 y 100 hectáreas, un litro del producto comercial (concentración= 0,1 gramo/litro) alcanza para realizar una aplicación a 5-10 hectáreas. El Biobrás - 16 se puede aplicar mezclado con fertilizantes foliares, insecticidas, fungicidas, etc. [Martínez 1995].

Núñez *et al.* [1998], utilizaron una formulación, que tuvo como ingrediente activo un análogo espiroestánico de los brasinoesteroides y que se conoce como Biobrás-16, en el cultivo del tomate, encontraron que la aspersión foliar con una dosis de 0.05 mg, 20 días después de la siembra, fue capaz de reducir ligeramente los efectos adversos que el déficit hídrico provoca en el crecimiento de las plantas, lo cual sugiere la necesidad de continuar este tipo de estudios, debido a que este producto pudiera ser usado como regulador que mejora la capacidad de la planta para resistir la sequía.

Efectos sobre el rendimiento.

Los resultados obtenidos por Fitó, Cuñarro [1998], los cuales lograron incrementar los rendimientos cuando efectuaron la aplicación del producto fraccionado al 50 % la dosis total en tomate. En el incremento de los rendimientos en el cultivo del arroz. [Núñez 1998].

Muchos autores han tenido en cuenta esta característica en las diferentes investigaciones llevadas a cabo por ellos, como son: Fernández [1995]; Núñez [1997], quienes encontraron que la influencia positiva del Biobrás -16 en el rendimiento de plantas de tomate, incrementó la masa promedio de los frutos, en una magnitud mayor en las épocas no óptimas de plantación, sin afectar la calidad interna de los frutos. Pérez y col. [2001], plantean que el uso de reguladores de crecimiento en la producción agrícola se ha convertido en una práctica internacional; sin embargo, en la actualidad ha cobrado un gran auge el uso de productos ecológicamente inocuos y además encontraron incrementos en los rendimientos en aproximadamente un 30% de la masa fresca de los frutos de tomate variedad Amalia, sin afectar la calidad interna de los

mismos, al aplicar Biobrás -16 a razón de 40 mL/ha, encontraron un estímulo tanto en número como en masa fresca de frutos en más de un 50 %, sin detrimento de la calidad interna, en la variedad Mariela al combinar este producto con el PECTIMORF. [Maresma 2005].

Rodríguez y Núñez [1999], encontraron un notable incremento en la longitud y el diámetro de las mazorcas así como un incremento entre un 8 y 17 % del rendimiento del cultivo del maíz (*zea mays. L*) a diferentes dosis de Biobrás-16. En este mismo cultivo, estos mismos autores, en ese mismo año al evaluar el efecto del DAA-6 y DI-31 encontraron un incremento en el diámetro de la mazorca así como un incremento en los rendimientos cuando se aplicó la dosis al 50% en dos momentos de aplicación. En este mismo cultivo Almenares [1998], encontró mayor diámetro de las mazorcas y mayor rendimiento al fraccionar las dosis de Biobrás-16 al 50% en dos momentos de aplicación.

Resultados alentadores también fueron reportados por Abe [1989], cuando aplicó aspersión foliar de 0.4 ppm de brasinoesteroide en la fase de prefloración y desarrollo de la vaina en mostaza, incrementó el rendimiento del cultivo en condiciones de déficit hídrico.

1.4. El Fitomás.

Es un cóctel de sustancias orgánicas intermediarias complejas de alta energía, especialmente seleccionadas del conjunto mejor representado en la mayor parte de las especies botánicas a las que pertenecen los cultivos económicos, por lo que permite superar las situaciones estresantes sin perjudicar la producción de alimentos y productos útiles, no es tóxico ni a las plantas ni a los animales. Con su acción facilita la interacción suelo- planta, por lo que propicia el desarrollo de la rizosfera, la cual elabora hormonas de crecimiento y otras muchas sustancias útiles al vegetal. [Montano 1998 citado por López 2002].

1.4.1. Composición.

Es un extracto acuoso con un 10% de materia orgánica, principalmente péptidos solubles y aminoácidos, 50% de los cuales son alifáticos y 30% aromáticos heterocíclicos seleccionados por ser los más activos del conjunto mejor representado en la mayor parte de las especies económicas. Contiene también hasta 2,5% de sacáridos y 1,5% de lípidos además de una fracción mineral con hasta 6% de K₂O y hasta 2,4% de P₂O₅ este último unido a la fracción orgánica. El producto no contiene sustancias.

1.4.2. Fitomás-E. Significado y clasificación.

Fitomás –E es producto natural con un 20% de materia orgánica, derivado de la caña de azúcar obtenido en el Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar, a través de procedimientos exclusivamente biológicos y físicos con una tecnología sencilla a un costo de venta de 1.45 MN muy inferior a los precios del mercado internacional. [López *et al* 2002].

El Fitomás - E (Biomás) es un producto creado por el Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), caracterizándose por ser estimulante y activador de los procesos fisiológicos del vegetal y de la microflora del suelo a bajas concentraciones. [Montano 2004].

Es un formulado de sustancias orgánicas complejas de alta energía, fue obtenido en el ICIDCA; según Rodríguez [1997] se caracteriza por ser estimulante y activador de los procesos fisiológicos de las plantas a bajas concentraciones; por ser de origen natural, no es tóxico ni a las plantas ni a los animales, su acción facilita la interacción suelo-planta, por lo que proporciona el desarrollo de la rizosfera, la cual elabora hormonas de crecimiento y otras muchas sustancias útiles para el vegetal. Se presenta en tres variantes como concentrado acuoso, obtenido mediante procedimientos biológicos y físicos.

Además de este producto, el cual puede considerarse básico, existen otras tres formulaciones para potenciarlo. Cualquiera de estas formulaciones puede usarse indistintamente sobre los cultivos para superar situaciones de estrés de cualquier tipo o sobre el suelo porque ninguno resulta fitotóxico ni dañino al medio ambiente.

- Fitomás-C: especialmente enriquecido en sacáridos naturales. Este producto es un acelerador del compostaje, así como de la degradación de los residuos en el campo post-cosecha. López y Lobaina [2005].
- Fitomás-H: es un potenciador de la acción herbicida. Cuando se mezcla con herbicida permite una sensible reducción de sus dosis, incrementa el área radicular, mejora la floración. Además tiene hasta un 6 % de nureico, amoniaco y hasta un 4 % P₂O₅. Núñez, Miriam. Robaina, [2000] Brasinoesteroides. Nuevos reguladores del crecimiento vegetal con amplias perspectivas para la agricultura. Instituto Agronómico (IAC).
- Fitomás-M: madurador por excelencia, facilita el cuajado y engorde de los frutos. Además, tiene un 10 % de K₂O₅.

1.4.3. Fabricación.

El Fitomás – E es fabricado por el ICIDCA en Cuba, a partir de materias químicas en síntesis de productos tenso-activos o inactivos de alguna especie proteicas, como aminoácidos, carbohidratos, péptidos de bajo peso molecular y minerales asociados a las cadenas orgánicas. [López 2005].

Su composición en aminoácidos es la siguiente:

Ácidos: Aspórticos y glutámicos, alamina, orginina, fenilamina, glicol, hidropolina, isolencina, lisina, metionina, prolina, serina, treonina, cistidina, histidina y Triptófono. Contiene hasta 7% de carbohidratos, N, P y K, y se formula como LS 20 o sea líquido soluble al 20 %. [Montano 2002].

1.4.4. Usos del producto.

El Fitomás – E.

Puede aplicarse en mezclas con soluciones de compost y fermentados en general, potenciando sus efectos. También se puede aplicar en la agricultura convencional, para mejorar el aprovechamiento de los nutrientes, disminuir las dosis de fertilizantes convencionales y sustituirlos. Se puede emplear junto a los plaguicidas convencionales, con el fin de disminuir las dosis alrededor del 50%. [López y Rodríguez 2002].

El producto se puede emplear en frutales, algodón, cultivos hortícolas, plantas forrajeras, leguminosas, oleaginosas, maíz (*zea mayz. L*), arroz, remolacha y otros cultivos, especialmente cuando se quiere favorecer la floración, fructificación y posterior desarrollo de los frutos. Cuando se trata de obtener frutos se recomienda aplicar antes de la floración repitiéndose el tratamiento una o dos veces con intervalos de 3 o 4 semanas. En el caso de plantas de aprovechamiento foliar y forrajeras, se puede aplicar durante todo el cultivo y después de cada corte. [Carrión 1997].

1.4.5. Papel del Fitomás-E en la nutrición, crecimiento de las plantas y su modo de acción.

Cuando se aplica al follaje es rápidamente absorbido y translocado, sin consumo adicional de energía. Una parte es exudada por las raíces con los productos del metabolismo vegetal elaborados bajo condiciones de estimulación lo cual incrementa a su vez la producción microbiológica en las inmediaciones de las raíces “rizosfera”. En esta zona los microorganismos trabajan simbióticamente con el vegetal intercambiando nutrientes y factores de crecimiento. Al aumentar el intercambio, aumenta la fotosíntesis en las plantas lo cual estimula a su vez el funcionamiento de la raíz y planta en su conjunto. [Montano1998; López 2002].

La correspondiente producción de hormonas de crecimiento y otras muchas sustancias útiles al vegetal que desencadenan la recuperación fisiológica, esto se manifiesta en la

mejora de producción de alimentos y productos útiles, este no es tóxico para las plantas ni los animales. [López et al. 2003].

López y Lobaina [2005] aseguraron que este producto es especialmente valioso en las plantaciones orgánicas, en asociaciones o poli cultivos, ya que resulta beneficioso al conjunto plantado. Se puede emplear junto a los plaguicidas convencionales, con el fin de disminuir las dosis de estos a cerca del 50%, todo lo cual requiere pruebas *in situ*.

1.4.6. Fitomás – E, en hortalizas.

Son sustancias naturales para el tratamiento de los cultivos como activadores de las funciones fisiológicas por lo que su aplicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes; entre estos productos se encuentran algunos químicamente bien definidos, muchos de ellos obtenidos artificialmente mediante síntesis químicas tales como, aminoácidos, polisacáridos, pépticos y otros más indefinidos y complejos en cuanto a su composición química como pueden ser los extractos de algas, ácidos húmicos y otros. [Nidia Sciala y Carolina Hattan citado por López 2002].

1.5. Proceso industrial.

Atendiendo las grandes necesidades de combustible mundial, se avisa el grano del maíz como una fuente preliminar para solucionar la escasez del combustible en el futuro. Lo que trae aparejado una crisis de este producto en el mercado para la alimentación.

1.5.1 Biotecnología y biocombustibles

La biotecnología actual surge en los años 50 con el descubrimiento por James Watson y Francis Crick de la estructura de la molécula de ADN (ácido desoxirribonucleico) que es donde se almacena la información genética (la herencia) en todos los seres vivos. La biotecnología es una técnica en donde se utilizan células vivas como por ejemplo las

enzimas para obtener o modificar un producto; esta técnica se utilizó hace muchos miles de años atrás como por ejemplo el queso, antiguamente la población realizaba esta técnica pero no se sabía mucho sobre dicha técnica; actualmente el hombre ha podido manipular las células. Se puede considerar al biocombustible como un producto biotecnológico, debido a que la obtención de este combustible renovable se hace a partir de organismos o de sus derivados. El uso de la biotecnología favoreció a las mejoras de rendimiento y obtención de los biocombustibles, logrando una reducción de los costos de cultivo y aumentando la eficiencia con respecto a su predecesor, el combustible fósil. Así, la competitividad aumenta, favoreciendo al cuidado del medio ambiente. Entre los proyectos en desarrollo se encuentra la obtención de levaduras OGM para la producción de bioetanol a partir de desechos agrícolas. La universidad de Purdue, ubicada en Estados Unidos, generó una levadura que es capaz de producir bioetanol a partir de residuos celulósicos que habitualmente se desechan o se destinan a la alimentación animal. Esto fue un gran aporte desde la biotecnología, hacia los biocombustibles. Esta levadura se denomina OGM, y es capaz de producir un 40% más de bioetanol a partir de residuos de la caña de maíz y paja de trigo.

Para la obtención de los biocombustibles se pueden utilizar especies de uso agrícola tales como el maíz o la mandioca, ricas en carbohidratos, o plantas oleaginosas como la soja, girasol y palmas.

También se pueden emplear especies forestales como el eucalipto y los pinos. Al utilizar estos materiales se reduce el CO₂ que es enviado a la atmósfera terrestre ya que estos materiales van absorbiendo el CO₂ a medida que se van desarrollando, mientras que emiten una cantidad similar que los combustibles convencionales en el momento de la combustión <http://www.ecured.cu/index.php/Biocombustibles>", Categoría: Tecnología energética.

Según la naturaleza de la biomasa y el tipo de combustible deseado, se pueden utilizar diferentes métodos para obtener biocombustibles: procesos mecánicos (astillado,

trituración, compactación), termoquímicos (combustión, pirolisis y gasificación), biotecnológicos (micro bacterianos o enzimáticos) y extractivos. Cada uno de estos procesos se inicia con la biomasa vegetal que se forma a partir del proceso de fotosíntesis, con el aporte de la energía solar que captan y transforman estos organismos. Cada técnica depende del tipo de biomasa disponible. Si se trata de un material seco puede convertirse en calor directo mediante combustión, el cual producirá vapor para generar energía eléctrica. Si contiene agua, se puede realizar la digestión anaeróbica que lo convertirá en metano y otros gases, o fermentar para producir alcohol, o convertir en hidrocarburo por reducción química. Si se aplican métodos termoquímicos es posible extraer metanol, aceites, gases, etc. El método de la digestión por el cual se obtiene biogás es el más empleado.

1.5.1.1 El bioetanol: es un alcohol que se fabrica en su mayor parte mediante un procedimiento similar al de la cerveza. A lo largo de este proceso los almidones son convertidos en azúcares, estos sufren una fermentación que los transforma en etanol, y este es destilado en su forma final. Es producido principalmente a partir de caña de azúcar o maíz (el maíz es mezclado con un poco de cebada o trigo en algunos casos), cuyos hidratos de carbono son fermentados a etanol por las levaduras del género *Saccharomyces*. La caña de azúcar representa la fuente más atractiva para la producción de etanol, debido a que los azúcares que contiene son simples y fermentables directamente por las levaduras. Sin embargo, su mayor inconveniente es que resulta cara como materia prima debido a que los cultivos como el maíz son ricos en almidón, un hidrato de carbono complejo que necesita ser primero transformado en azúcares simples. Este proceso recibe el nombre de sacarificación y al producirse un paso más en la producción, se aumenta el coste. Estados Unidos y Canadá basan su producción en el maíz (combinado con un poco de trigo y cebada) y es el biocombustible que más se utiliza en diferentes formulaciones que van desde el 5% al 85% de etanol. Más de 5.670 millones de litros aproximadamente (1.500 millones de

galones.) se agregan por año a la gasolina con el objetivo de optimizar el rendimiento de los vehículos y disminuir la polución atmosférica. Alemania, un país que se ha incluido recientemente en la búsqueda del reemplazo de los combustibles fósiles por los biocombustibles.

1.5.1.2 El biodiésel: se denomina biodiésel al éter que se produce a partir de diversos tipos de grasa o aceite, que pueden ser tanto de origen vegetal, como los aceites de soja, colza o girasol, como de origen animal. La elaboración del biodiésel está basada en la llamada transesterificación de los glicéridos, mediante la utilización de catalizadores. Desde el punto de vista químico, los aceites vegetales son triglicéridos, es decir tres cadenas moleculares largas de ácidos grasos unidas a un alcohol, el glicerol. En la reacción de transesterificación, una molécula de un triglicérido reacciona con tres moléculas de metanol o etanol para dar tres moléculas de monoésteres y una de glicerol. Estos ésteres metílicos o etílicos (biodiésel) se mezclan con el combustible diésel convencional en cualquier proporción o se utilizan como combustible puro (biodiésel 100%) en cualquier motor diésel. El glicerol desplazado se recupera como un subproducto de la reacción.<http://www.ecured.cu/index.php/Biocombustibles>", Categoría: Tecnología energética

1.5.1.3. Ventajas del biodiésel.

- Debido a que no contiene azufre, no genera emanaciones de este elemento, las cuales son causantes de las lluvias ácidas.
- Se produce una mejor combustión, que tiene como resultado la reducción del humo visible en el arranque de un 30% aproximadamente.
- Reduce las emanaciones de CO₂, CO, partículas e hidrocarburos aromáticos.
- Resultan menos contaminantes y letales para la flora y fauna marina que los combustibles fósiles en caso de producirse algún vertido en mares o ríos.
- Degradación más rápida que los precombustibles.

- Genera menos elementos nocivos en el momento de la combustión que los combustibles tradicionales.
- Menor irritabilidad para la piel humana.
- Prolonga la vida útil de los motores actuando como lubricante.
- Su transporte y almacenamiento es más seguro que el de los derivados del petróleo.

1.5.1.4 Beneficios de los biocombustibles: Alternativa al petróleo

El uso de biomasa vegetal en la elaboración de combustibles podría beneficiar la realidad energética mundial con una significativa repercusión en el medio ambiente y en la sociedad, como se detalla a continuación:

- El uso de biocombustibles como fuente de energía renovable puede contribuir a reducir el consumo de combustibles fósiles, responsables de la generación de emisiones de gases efecto invernadero.
 - Son una alternativa viable al agotamiento ya sensible de energías fósiles, como el gas y el petróleo, donde ya se observa incremento en sus precios.
 - Se producen a partir de cultivos agrícolas, que son fuentes renovables de energía.
 - Pueden obtenerse a partir de cultivos propios de una región, permitiendo la producción local del biocombustible.
 - Permiten disponer de combustible independientemente de las políticas de importación y fluctuaciones en el precio del petróleo.
 - Producen mucho menos emisiones nocivas para los seres vivos, el agua y el aire.
- "<http://www.ecured.cu/index.php/Biocombustibles>", Categoría: Tecnología energética

1.5.1.5. Efectos beneficiosos en el organismo humano.

El maíz, fruto sagrado de los incas, sigue dando sorpresas. Esta vez se trata de la variedad morada, aquella que es la base de nuestra famosa chicha morada y su hermana la mazamorra, se ha establecido que el pigmento del maíz morado evita la aparición del cáncer del intestino grueso.

1.5.1.5.1 Efecto en el Sistema Circulatorio

Las antocianinas presentes en el maíz morado pueden promover la circulación sanguínea, estabilizando y protegiendo los vasos sanguíneos en general y los capilares en particular del daño oxidativo, mejorando así la micro circulación. Los resultados de varios estudios epidemiológicos indican que el consumo regular de alimentos ricos en compuestos polifenólicos está asociado con una reducción en el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares.

1.5.1.5.2 Efecto en la actividad antiinflamatoria

La principal antocianina presente en el Maíz Morado es C3G, la cual ha demostrado tener actividad antiinflamatoria, que proveen de una base bioquímica para el uso de C3G como un factor de alimento funcional y también puede tener implicaciones importantes para la prevención de males inflamatorios provocados por medio del óxido nítrico. – España www.inkanat.com/es/infosalud/maiz-morado.html - España.

1.5.1.5.3 Efecto en la regeneración del tejido

- Las antocianinas presentes en el Maíz morado pueden estimular la regeneración del tejido conectivo y promover la formación del colágeno.

- Cuando el Maíz morado es añadido a la dieta, puede suprimir las enzimas del cuerpo que ayudan a sintetizar ácidos grasos, lo cual podría ser beneficioso para prevenir la diabetes y la obesidad.
- Recientemente, se ha reportado que la materia morada obtenida de Maíz morado puede disminuir la carcinogénesis en el Colon. También se dice que este pigmento tiene una capacidad antioxidante y una cinética anti radical mayor que las moras y una cantidad mayor o similar en contenido antocianínico y fenólico.

Como podemos ver, con el consumo del Maíz morado las posibilidades de obtener ciertos beneficios en la acción diurética e hipotensora es mayor, esta última acción parece deberse a que contiene sustancias aún no determinadas probablemente polifenoles que actúan en muchos casos bajando la presión arterial, además de la actividad hipotensora propias de las sustancias diuréticas. [www.gratisblog.com/productosperuanos/i111694-maiz -morado.htm](http://www.gratisblog.com/productosperuanos/i111694-maiz-morado.htm).

1.5.1.5.4 Antocianina

Es un tipo de flavonoide complejo, que se caracteriza por su gran efecto antioxidante, por promover la formación de colágeno mejorando la micro circulación, por apoyar la regeneración de los tejidos, por fomentar el flujo de la sangre y reducir el colesterol.

Los compuestos fenoles son poderosos antioxidantes que protegen las membranas de las células y el ADN de los efectos dañinos oxidativas de los radicales libres. Por lo tanto, brindan protección celular así prevención ante las enfermedades cardiovasculares. Adicionalmente contribuyen a mejorar la visión y retardan en general los procesos degenerativos del cuerpo humano.

1.5.1.5.5 Cápsulas de Maíz morado para personas hipertensas

El consumo de las Cápsulas de Maíz morado ayuda a regular la presión, por lo tanto las personas hipertensas cuentan con una alternativa 100% natural para aliviar sus problemas de presión arterial, sin ningún efecto secundario y más bien con otros beneficios, colaterales. www.gratisblog.com/productosperuanos/i111694-maiz_morado.htm

1.6 Actividad productiva en Cuba.

Cuba ha desplegado una Estrategia Nacional Ambiental, elaborada desde la Cumbre de Río de Janeiro, en 1992; y por otra, tomando como antecedente la labor realizada por la entonces Comisión Nacional de Energía (décadas de los ochenta y noventa), ha declarado, a partir de 2005, una Revolución Energética, la cual persigue la transformación y modernización del Sistema Electro-Energético Nacional mediante el cambio de tecnologías, el incremento de la disponibilidad eléctrica, el empleo de equipamiento más eficiente, la rehabilitación de las redes de distribución, el aumento del ahorro de energía en el sector estatal y privado, el cambio de equipos electrodomésticos gastadores por otros más eficientes y un programa de investigación y desarrollo para la utilización de fuentes renovables de energía. La Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (EEPF-IH), desde su creación en 1962, ha realizado un extenso trabajo de investigaciones en el campo de la alimentación animal a partir de pastos y forrajes; más recientemente, en los últimos 15 años, esta institución ha desarrollado una concepción de sistemas ganaderos basados en la agroforestería, generando tecnologías factibles para una ganadería sostenible en condiciones tropicales. Actualmente, la EEPF-IH tiene como misión: contribuir al desarrollo sostenible del sector agrario cubano, a través de la generación de conocimientos y la construcción de capacidades que propicien la eficiencia de los

sistemas de producción agropecuarios, sobre la base de los principios de la agroforestería.

Una temática que se ha trabajado con fuerza es el desarrollo local integral a partir de una visión de procesos. En este marco se han estado definiendo nuevas líneas de trabajo, que abarcan la medicina alternativa animal, el desarrollo rural y local, el tratamiento de residuales agropecuario, las producciones más limpias y la biomasa como fuente de energía en sistemas de producción agrícola a escala local. La EEPF-IH viene trabajando de manera creciente en los temas energéticos por la relevancia de los mismos para lograr la sostenibilidad de la agricultura y la ganadería, y de conjunto con otras instituciones cubanas, explora las alternativas para lograr la sostenibilidad energética de los sistemas de producción basados en fuentes locales y proporcionar tecnologías factibles para reducir la dependencia energética externa en los sistemas agrarios.

En este marco, e inspiradas por lo observado en oportunidad de una visita a Suiza en Julio de 2006, un grupo de instituciones cubanas ha buscado el apoyo de la Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo (COSUDE) para sentar las bases de un proyecto de investigación e innovación pluridisciplinaria, que apunta a desarrollar y/o afinar tecnologías idóneas para solventar las dificultades antes mencionadas, y, por lo tanto, contribuir a mejorar las condiciones de vida en zonas rurales.

Partiendo de las capacidades investigativas existentes, pero ampliándolas con disciplinas sociales para, desde el inicio de los trabajos, garantizar el anclaje social de las propuestas tecnológicas y, en consecuencia, asentar la argumentación frente a las autoridades centrales en la hora de promover las soluciones propuestas.
<http://biomascuba.ihatuey.cu>

CAPÍTULO 2.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la UBPC “Josué País García” ubicada en la zona de Laguna Blanca, perteneciente a la UEBAP “Julio Antonio Mella” de la provincia Santiago de Cuba.

El momento de ejecución del experimento fue desde agosto del 2010 hasta diciembre de ese propio año sembrado en un vertisuelo pesado, en un área con una extensión de 432 m². Este suelo se caracteriza por ser rico en materia orgánica y tener buena retención de la humedad, alta plasticidad y adherencia, lo que lo limita para el uso de la mecanización y para el desarrollo de algunos cultivos como las raíces y tubérculos.

El diseño utilizado fue de un bloque al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas, cada una separada a un metro, las parcelas experimentales tienen 8 surcos sembrados a una distancia de 0.80 m de camellón X 0.25 m de narigón con una dimensión de 36 m², cada parcela contaba con 180 plantas de las cuales se marcaron 10 plantas del centro, para evitar el efecto de borde, de cada parcela para efectuar las mediciones.

2.1 Tratamientos evaluados:

T1----- Testigo Absoluto

T2----- Fitomás-E: 1.08 L/ha

T3----- Biobrás - 16: a 20 mg/ha

T4----- Fitomás-E y Biobrás - 16: 1.08 L/ha - 20 mg/ha

Al tratamiento 2 se le aplicó Fitomás-E, al tratamiento 3 Biobrás - 16 y al tratamiento 4 Fitomás-E a los 20 días después de la siembra, de forma foliar mediante la aspersion con mochila Matabi de 16 litros con una dosis de 90 mL por mochila lo que equivale a 1.08 L/ha, humedeciendo todas las plantas en las primeras horas de la mañana y después del rocío.

Al tratamiento 4 se le aplicó Biobrás-16 a razón de 1,6 mg por mochila de 16 litros de capacidad, lo que equivale a 20 mg/ha en el momento de aparición de la hoja bandera, 52 días después de la germinación y en las primeras horas de la mañana después del rocío, humedeciendo todas las plantas tratadas, es decir, a este tratamiento 4 se le realizaron aplicaciones con los dos bioestimulantes en diferentes momentos de su período de crecimiento a razón de la misma dosis de los tratamientos anteriores.

La valoración del efecto de los bioestimulantes se realizó cuando el cultivo había cumplido su ciclo y se encontraba apto para el consumo humano, animal o para la industria. Para la evaluación del efecto de los bioestimulantes sobre los indicadores del rendimiento se marcaron 10 plantas por réplicas para un total de 30 plantas por cada tratamiento, a los 120 días después de la germinación y con un grado de humedad en las mazorcas de acuerdo a lo orientado por el Ministerio de la Agricultura para este cultivo, se realizó la cosecha, evaluándose las siguientes **variables**:

2.2. Variables evaluadas.

Masa de la mazorca (g): Después de retirar las hojas que protegen los granos, se procedió al pesaje de las mazorcas procedentes de las mismas plantas a las que se les realizaron las mediciones, para ellos se utilizó una balanza analítica.

Número de hileras por mazorcas (NHM). Esta variable se evaluó realizando un conteo manual de las hileras que tenían las mazorcas que fueron pesadas.

Número de granos por hileras (NGH). Esta variable se evaluó realizando un conteo de la cantidad de grano que poseían las hileras de todas las mazorcas evaluadas.

Peso de 100 granos (g). Esta evaluación se realizó tomando como muestra 10 mazorcas por tratamiento y realizando el pesaje de 100 granos de cada una de ellas, para ello se utilizó una balanza analítica.

Peso de la tuza (g): (PT) Por cada réplica se escogieron 10 tuzas y se pesaron en una balanza analítica.

Diámetro medio de la mazorca (cm): (DM) Se escogieron 10 mazorcas por réplicas y se midieron por el centro de la misma con un pie de rey.

Rendimiento (t/ha). (R) Se calculó en base al número de plantas por hectárea y al peso promedio de los granos por mazorcas.

Altura y grosor del tallo (m). Se mide desde la superficie del suelo hasta la aparición de la hoja bandera y el grosor con un pie de rey.

Largo y ancho de las hojas (m). Se mide desde la lígula hasta el ápice de la hoja que sobresale de la mazorca más alta después de la floración, para el ancho se mide la misma hoja en el punto medio de su longitud.

Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico versión 6.1 sobre Windows a través de un Análisis de varianza de clasificación simple y una prueba de Comparación múltiple de Media Tuckey para un 5 % de probabilidad de error.

2.3. Presencia de plagas y enfermedades.

Durante el transcurso de la investigación se realizaron dos muestreos al área experimental para determinar de forma visual in situ, los organismos plagas principales de este cultivo y no hubo presencia de organismos plagas, debido al control fitosanitario llevado a cabo con la aplicación de productos biológicos cada 7 días fundamentalmente trichoderma y tabaquina, según las indicaciones del laboratorio de Sanidad Vegetal de la empresa del municipio Mella.

Estrategias para el control de plagas.

Se ha comprobado que la asociación de maíz + frijol común ha logrado reducir el daño del gusano (spodoptera) en un 88%, con respecto a los daños recibidos en el maíz como monocultivo.

2.4. Materiales utilizados.

Los materiales utilizados son los propios de este tipo de investigación como semillas, materia orgánica, arado, grada y surcador, agua, regla, pie de rey, saco, balanza analítica, libreta, lápiz, computadora, paquete estadístico, versión 6.1 sobre Windows.

Valoración económica (\$/ha): Se realizó el cálculo de los siguientes indicadores:

Para determinar el efecto económico de los tratamientos, se emplearán los indicadores siguientes:

- Costo de producción (CP) en \$/ha.
CP=Σ de todos los gastos incurridos (directo e indirectos).
- Ganancia (G) en \$/ha.
- $G = vp - cp$
- Gastos ≤ Ingresos.

Donde vp= valor de la producción (\$/ha) a partir de multiplicar el rendimiento obtenido en t/ha por el precio de venta (\$) por calidad del fruto y cp el costo de producción.

El valor de la producción (vp) se determinará considerando los precios actuales y de calidades que se otorgan.

Gastos ≤ Ingresos

CAPÍTULO 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los datos obtenidos se puede presentar los siguientes resultados con sus correspondientes análisis:

- Comportamiento de los principales componentes del clima durante el experimento por decenas.

Squire [1990], refiere que el cultivo del maíz (*zea mayz. L*) se desarrolló bien preferentemente en un rango de temperatura de 20-22 °C donde expresa su máximo potencial de rendimiento, como se observa en la tabla las temperaturas mínimas estuvieron dentro de ese rango, pero las máximas sobrepasan el rango anterior por lo que se cree que pudo haber afectado el rendimiento por igual en todos los tratamientos, sobre todo para los meses de agosto y septiembre que fueron los de más alta temperatura en la región donde se realizó el experimento.

La humedad relativa refiere Socorro [1999] que la misma no debe ser muy alta por la higroscópicidad de los granos de polen, lo que puede afectar la polinización, ni muy baja, ya que puede secar los granos de polen e incidir de manera negativa también en los rendimientos, en este caso se comportó dentro del rango permisible para este cultivo.

Tabla No.1. Comportamiento de los principales componentes del clima durante el experimento por decenas.

Parámetros Climáticos	Dec.	Agost.	Sept.	Oct	Nov.	Dic.
Temperatura (Max 30.7 °C)	1	-	33.8	30.9	29.9	28.9
	2	35.1	32.3	30.7	29.6	28.0
	3	34.3	32.0	30.8	29.2	28.0
Temperatura (Min 22 °C)	1	-	23.6	22.5	20.6	19.0
	2	23.0	23.3	21.1	20.6	19.1
	3	23.0	22.1	21.0	20.6	19.1

Precipitaciones (mm)	1	-	9.0	7.2	0.0	0.0
	2	37.0	45.	22.9	0.0	0.0
	3	227	342	13.2	0.0	1.3
Humedad Relativa (%)	1	-	74	72	74	70
	2	73	73	74	72	73
	3	72	76	73	69	72
	2	1.7	1.1	2.4	3.9	13.1
	3	1.7	2.8	2.3	2.5	8.1

Tabla No.2. Comportamiento del estudio fenológico: Altura y grosor del tallo (m).

Tratamientos		Altura	Grosor del tallo
T-1	Testigo Absoluto	2.08	2.15
T-2	Fitomás - E	2.97	2.56
T-3	Biobrás -16	2.94	2.50
T-4	Fitomás – E y Biobrás -16	3.00	2.70

Al comparar el tratamiento T- 1 respecto al tratamiento T-2 y T-3 se obtuvo un incremento en las plantas tratadas de 0.89 m y 0.86 m respectivamente, que equivale a un 43.0 % de incremento en la altura de los tallos. T-1 respecto a T- 4 incremento 0.92 mts para un 44 %.

Al comparar T -2 respecto a T-3 no hubo gran variación en cuanto a esta variante.

En cuanto al grosor del tallo se obtuvo un comportamiento similar a los resultados obtenidos en la variante anterior, resultando ser la mejor variante el T-4 respecto al testigo que tuvo un incremento de 0.55 cm lo que representa un 26%, las dos variantes anteriores T -2, T – 3 estuvieron en el orden de 0.38 cm para un 18% respecto a T -1.

Tabla No.3. Comportamiento del estudio fenológico: largo y ancho de las hojas (cm).

Tratamientos		Largo de la hoja	Ancho de la hoja
T-1	Testigo Absoluto	89.36	9.54
T-2	Fitomás - E	96.33	10.12
T-3	Biobrás -16	97.34	11.26
T-4	Fitomás – E y Biobrás16	100.31	12.52

Los resultados logrados en el análisis del largo de la hoja mostraron un comportamiento equivalente a los resultados mostrados en la tabla anterior, siendo más relevante el tratamiento combinado.

En cuanto al ancho de la hoja en el tratamiento T -2, T – 3 respecto a T – 1, se obtuvo un incremento de 0.58 y 1.72 cm.

El tratamiento T – 3 respecto a T – 2 mostró un incremento de 1.14 cm, así como T – 4 respecto a T – 1 mostró 2.98 cm de incremento.

Tabla No.4. Comportamiento de la masa de las mazorcas (g).

Tratamientos		Medias	Significación
T-1	Testigo Absoluto	137.20	d
T-2	Fitomás - E	162.64	b
T-3	Biobrás -16	162.20	c
T-4	Fitomás – E y Biobrás -16	202.10	a
	EE	1.65	

Los resultados obtenidos en la tabla, referente al peso en gramo por mazorca demuestran lo siguiente:

- Se alcanzó una diferencia significativa al comparar el tratamiento T-1 respecto a los tratamientos T-2 Y T-3, lográndose valores de 25.04 y 25.0 de incremento en gramo por mazorca en estos dos últimos tratamientos respectivamente.
- No se alcanzó diferencia significativa al comparar los tratamientos T-2 respecto a T-3 logrando solo 0.62 g por mazorca.
- Al comparar el tratamiento T-4 respecto a T-1 se obtuvo diferencia significativa con un valor de 64,9 g de incremento por mazorca, así como al comparar T-4 respecto a T-2 y T-3 lográndose valores de incremento de 39.86 y 39.90 g por mazorca respectivamente.

Resultados positivos al aplicar bioestimulantes al cultivo del maíz (*zea mayz. L*), fueron reportados por Almenares [1998] y Quintana [2007], donde el primero evaluó Biobrás - 16 y el segundo Fitomás - E y Biobrás-16, y en todos los casos se reporta una respuesta positiva del cultivo ante la acción de estos bioestimulantes. Con relación a estos bioestimulantes, Quintana [2007] reportó valores de hasta 200.0 g para esta misma variedad en las condiciones edafoclimáticas de El Caney, Santiago de Cuba, lo cual se encuentra por debajo de los obtenidos en los tratamientos donde se aplicaron los dos bioestimulantes en este experimento y similares a los obtenidos por Almenares [1998], lo cuales fueron de hasta 203 g.

Por su parte varios autores han reportado la incidencia de las sustancias estimulantes sobre el fruto agrícola, como Núñez [1997] en tomate, Núñez [2004] en maíz (*zea mayz. L*), Almenares [1998] en maíz, Terrero [2007] en pepino, Bon Anno [2007] en tomate, lo que demostraron que los frutos botánicos se ven favorecidas en su peso al aplicar diferentes bioestimulantes como los evaluados en el presente experimento.

Tabla No.5. Comportamiento del número de hileras por mazorcas.

Tratamientos		Medias	Significación
T-1	Testigo Absoluto	13.7	d
T-2	Fitomás - E	13.85	ab
T-3	Biobrás -16	13.8	c
T-4	Fitomás – E y Biobrás -16	13.96	a
	EE	0.236	

En esta variable estudiada no se obtuvieron valores de significación para los tratamientos evaluados, debido a que la misma está fuertemente determinada por las características genotípicas del cultivo en estudio.

En el cultivo del maíz (*zea mayz. L*) Quintana [2007], reportó valores de hasta 14.6 hileras por mazorcas al aplicar Biobrás -16, lo cual supera estos resultados, lo que pudo ser debido a las condiciones climáticas durante la ejecución del experimento, las cuales fueron más favorables que las empleadas para este cultivo.

Tabla No.6. Comportamiento del número de granos por hileras.

Tratamientos		Medias	Significación
T-1	Testigo Absoluto	38.36	d
T-2	Fitomás - E	43.56	bc
T-3	Biobrás -16	43.46	c
T-4	Fitomás - E y Biobrás -16	45.86	a
	EE	0.70	

Al evaluar el número de granos por hileras, se pudo observar que en los tratamientos donde se aplicaron los bioestimulantes simples y combinados superan de forma significativa al Testigo, éste es otro componente del rendimiento de suma importancia para poder predecir cómo serán los mismos. Quintana [2007], al evaluar este indicador

al aplicar tres bioestimulantes obtuvo resultados de hasta 38 granos por hileras los cuales superaron al Testigo. En este caso se pudo observar el efecto positivo de los tratamientos aplicados sobre el número de granos por hileras, los cuales superan al Testigo Absoluto. Maresma [2005], en el cultivo de la habichuela obtuvo incrementos en el número de granos por vainas al aplicar Biobrás -16, lo que demuestra que éste bioestimulante ejerce su efecto positivo sobre este indicador y quedó demostrado que el Fitomás - E, también influye sobre el número de granos por hileras.

Tabla No.7. Comportamiento del peso de 100 granos.

Tratamientos		Medias	Significación
T-1	Testigo Absoluto	33.64	d
T-2	Fitomás-E	36.21	b
T-3	Biobrás16	35.19	c
T-4	Fitomás -E+ Biobrás16	39.05	a
	EE	0.59	

El comportamiento del peso de 100 granos demostró el efecto positivo de los bioestimulantes evaluados sobre este indicador al existir diferencias significativas entre los tratamientos Fitomás - E y Fitomás – E y Biobrás -16 con el testigo.

Se obtuvo grado de significación altamente significativo de T-4 respecto a T-2 y T-3, alcanzando valores de 2.85, 3.86 g respectivamente. T-4 respecto a T-1 alcanzó 5.41 g de incremento.

Maresma [2005] en el cultivo de la habichuela y Quintana [2007] en maíz (*zea mayz. L*), en Oriente y Almenares [1999] en maíz (*zea mayz. L*), pero en Occidente reportaron incrementos en el tamaño de los granos y por tanto en su peso. De nuevo se puso de manifiesto el efecto señalado por Núñez [2000], sobre la incidencia positiva del Biobrás -16 sobre la división celular cuando es aplicado al inicio de la floración en determinado cultivo, como es este caso, el maíz (*zea mayz. L*), da a entender que la mayor

incidencia en cuanto al engrosamiento de las paredes, lo ejerce sobre las células asociadas a la reproducción.

Otros autores señalan como momento óptimo de aplicación de los bioestimulantes al inicio de la floración, como Zullo [2004] y otros muchos han demostrado en numerosos cultivos, que este es el momento, como Silvestre [2008], en pepino, Pheng [2006] en tomate, Maresma [2005] en habichuela.

Tabla No.8. Comportamiento del peso de las tuzas (g).

Tratamientos		Medias	Significación
T-1	Testigo Absoluto	19.98	d
T-2	Fitomás - E	23.21	b
T-3	Biobrás16	22.18	c
T-4	Fitomás – E y Biobrás16	28.63	a
	EE	0.83	

Quintana en el [2007], reportó valores entre 34 - 36 g el peso de las tuzas, según Socorro [1998], este dato resulta de sumo interés para algunos países como Nicaragua, donde las tuzas se utilizan para fabricar almohadas de alto precio en el mercado, así mismo CIMMYT [2007], refiere que en algunos países africano se le da igual uso, en Cuba no sucede igual, de ahí que se pierda gran parte de los beneficios que este cultivo puede brindarle al hombre.

En la tabla anterior se destaca que los resultados fueron mayores donde se aplicó la combinación de los dos bioestimulantes, donde supera significativamente al resto de los tratamientos, y los valores más bajos se obtienen en el Testigo.

Tabla No.9. Diámetro de las mazorcas (cm).

Tratamientos		Medias	Significación
T-1	Testigo Absoluto	3.87	d
T-2	Fitomás-E	4.19	b
T-3	Biobrás16	4.16	c
T-4	Fitomás -E y Biobrás16	4.46	a
	EE	0.069	

Mientras más anchas sea la tusa mayor número de hileras de granos podrá soportar, Socorro (1998), como se había dicho anteriormente las células asociadas a la reproducción se ven ampliamente favorecidas con los bioestimulantes Fitomás - E y Biobrás-16 y más con la combinación de ambos, lo que quedó demostrado en la tabla anterior, al existir diferencias significativas entre los tratamientos que se le aplicaron los bioestimulantes y el Testigo, siendo la combinación el tratamiento superior.

Tabla No.10. Comportamiento del rendimiento en maíz seco (t/ha).

Tratamientos		Medias	Significación
T-1	Testigo Absoluto	4.94	d
T-2	Fitomás - E	6.76	b
T-3	Biobrás -16	6.57	c
T-4	Fitomás – E y Biobrás16	8.54	a
	EE	1.54	

El principal factor que se mide en una investigación agrícola son los rendimientos. Ojeda [1999], numerosas investigaciones han reportado incrementos de los rendimientos al aplicar bioestimulantes, en este caso el incremento que se produce es de 1.82 t/ha, que equivale a un 37% del Fitomás respecto al Testigo, (T2/T1), con

rango de significación, al igual que T-3 respecto a T-1 con un 33 % de incremento lo que equivale a 1.63 t/ha.

No se obtuvo diferencia, significativa al comparar el tratamiento T-3 respecto a T-2, solo se alcanzó un 3 % lo cual equivale a 0.2 t/ha.

Se alcanzó diferencia significativa al comparar el tratamiento T-4 respecto a T-2 y T-3 y de forma similar al T-1, resultando los valores obtenidos de 1.78, 1.97 y 3.6 Tn respectivamente. T-4 / T -1 logró un incremento de un 72 %. Cuando se combinan ambos bioestimulantes existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

La USDAI [2002] reportó rendimiento de hasta 14.0 t/ha. Países productores de maíz en América Latina han reportado rendimientos entre 10.0 – 12.0 t/ha, en Cuba se consideran rendimientos aceptables 4.94 t/ha que es lo que se logra con el Testigo.

El efecto de estos bioestimulantes sobre los rendimientos fueron reportados por López [2002], López y Lobaina [2005], Montano [2002], los cuales lo evaluaron en caña, para el caso del Fitomás - E, no existen referencias del cultivo del maíz (*zea mayz. L*) Quintana [2007], Almenares [1998], en maíz (*zea mayz. L*), reportando incrementos de hasta un 35 %, para el caso del Biobrás -16, se considera que el sinergismo entre los dos productos provocó un incremento superior cuando ambos se aplican sobre la misma planta. En Cuba se consideran rendimientos aceptables 5 t/ha según Quintana, [2007].

Tabla No.11. Valoración económica.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede realizar la siguiente valoración económica.

Tratamientos		Gastos	Precios de Ventas (Pesos/kg)	Ingreso. (Pesos)	Ganancias (Pesos)
T-1	Testigo Absoluto	3600.0	4.35	21489.0	17889.0
T-2	Fitomás - E	3854.0	4.35	29406.0	25552.0
T-3	Biobrás -16	3652.0	4.35	28579.5	24927.5
T-4	Fitomás - E y Biobrás -16	3956.0	4.35	37149.0	33193.0

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede realizar la siguiente valoración económica.

Los resultados permiten apreciar cómo se mejora la economía del productor al aplicar ambos productos de producción nacional, producido uno por el INICA y el otro por la Universidad de La Habana, el valor de la producción obtenida, supera con creces a otros cultivos por unidad de superficie, de ahí, lo atractivo que resulta este cultivo para los agricultores, y a pesar de esto la producción de maíz (*zea mayz. L*) en el municipio Mella es baja, trayendo aparejado la baja disponibilidad del grano para el proceso industrial.

Las ganancias obtenidas de T-2 y T-3 respecto a T-1 son entre 28 y un 30%, siendo las del T-4 respecto a T-2 y T-3 es de un 23-25 %, T-4 respecto a T-1 reporta un 46% de ganancias, lo que denota que hay un efecto positivo al aplicar ambos bioestimulantes y superior cuando se aplica la combinación de ellos. Robaina [2000], reportaba que con un incremento de un 5 % se costea el producto y su aplicación, siendo este el punto de equilibrio. Otros autores como González [2004], en tabaco. Pheng [2007] en tomate, Espinosa [2006], en lechuga, Maresma [2005] en habichuela y Almenares [1999] y Quintana [2007] en maíz (*zea mayz. L*), reportaron incrementos entre 10 y 32% de los VAP obtenidas lo que corrobora estos resultados.

El resultado de este estudio aplicado a las áreas de producción de alimento del municipio Mella, realizándole una valoración económica daría la dimensión de cuánto pueda ahorrarse este por concepto de divisa, por ejemplo, este cultivo es utilizado para la confección de piensos para la alimentación animal de diferentes tipos de animales como aves, porcinos, ovinos etc; así como para la confección de diversos platos para la alimentación humana sin contar que otros países fabrican aceites de maíz (*zea mayz. L*). La producción nacional no satisface la demanda interna, por lo que se hace necesario importar varios miles de toneladas de este cultivo para poder llevarlo al proceso industrial y poder obtener los productos derivados de este.

Impacto Social.

La repercusión social que tiene este trabajo consiste que con la aplicación a gran escala solo en el municipio Mella con la misma área que se siembra actualmente del cultivo se duplicaría la producción del grano en los mercados, hospitales y círculos infantiles, así como alimento animal, sin el efecto combinado se podría alcanzar una producción de alrededor de 20 000 quintales por año, mientras que con el efecto combinado se puede alcanzar alrededor de 40 000 quintales por año y así poder llevar el producto al proceso industrial.

Impacto Ambiental.

Numerosos estudios reportan que cuando se aplican bioestimulantes, las temperaturas de las hojas bajas de este cultivo disminuyen en 4 °C, por lo que si el municipio Mella estuviera rodeado de estas plantaciones y se le aplicaran los bioestimulantes en la mayor etapa de calor, existiera una reducción significativa de temperatura ambiental en la zona, la cual pudiera determinarse en otros análisis como al utilizar este producto como biocombustible se reduce el CO₂ que es enviado a la atmósfera terrestre ya que estos materiales van absorbiendo el CO₂ a medida que se van desarrollando.

Novedades del trabajo.

No constituye una práctica común en el municipio, así como en zonas aledañas, la aplicación de estos productos en dicho cultivo a escala comercial, por tanto, su introducción traería aparejado un incremento sustancial de la producción y mejoras económicas en los productores mellenses, tanto en el área agrícola como industrial.

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de los bioestimulantes se logró un efecto positivo al obtener mayor peso y grosor de la mazorca, así como de granos por mazorcas.
2. Con el uso de bioestimulantes combinados en condiciones de secano en el cultivo del maíz (*zea mays. L*) se obtienen rendimientos medios de 8.54 t/ha.
3. Se logró una ganancia superior en las áreas donde se aplicó bioestimulante combinado en relación con las no tratadas siendo su valor medio de \$10 001.8, en MN.
4. Con la aplicación de los bioestimulantes combinados se elevaron los rendimientos agrícolas beneficiándose por ende el proceso industrial.

RECOMENDACIONES

- Extender a las unidades productoras y al sector campesino la aplicación de los bioestimuladores de manera combinada en el período y época en que fue realizada esta investigación (agosto – diciembre), para que también se beneficie el proceso industrial en esta época.

BIBLIOGRAFÍA

- Ø Abe [1989]. Advances in brasinoesteroid research and prospects for its agricultural application. Pesticide information, 55, p 10-14.
- Ø Almenares [1998] y Col. Revista Cultivo Tropical. Influencia de diferentes dosis y momentos de aplicación del Biobrás – 16 en el cultivo del maíz. 20 (3).
- Ø Beck, D Vasal, S. K [1993]. Nuestros clientes, sus capacidades de la investigación y necesidades del germplasm. En: R.N Wedderburn, ed. Comprobación Internacional evaluado y distribuyendo productos de germplasm de maíz. CIMMYT maíz. Programa el Informe especial. Pág. 1-10. México, DF.
- Ø Benhamou [1994]. Induction of Systemic resistance to Fusarium crown and root rot in tomato plants by see treatment with chitosan. Phytopathology. 84.
- Ø Bjarnason, M.S. [1994]. Investigación en maíz para el Subtrópico. En: M.S. Mjarnason, ED. El subtropical, midaltitude y subprograma de maíz. Programa el Informe especial. Pág. 1-18. México. DF.
- Ø CIMMYT [2007]. *1993/94 world maize facts and trends*. México, DF.
- Ø Carrión, M. [1997]. Mezcla para sustratos orgánicos y su mejoramiento. En el III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Programas y Resúmenes. Universidad Central de las Villas,-p.17-18.
- Ø Díaz, G; et al. [2005]. Efecto de un análogo de brasinoesteroide DAA-6 en el cultivo del tabaco (*Nicotina Tabacum L.*). Cultivos Tropicales, 16 (3): 53-55.
- Ø Dowswell, C.R., Poliwal, R.L y Cantrell, R.P. [1996]. *Maíz in the third world* Boulder. CO.USA. Westview Press.
- Ø " España www.inkanat.com/es/infosalud/maiz-morado.html - España
- Ø Espinosa, Siasmil [2006]. Evaluación del Biobrás-16 y Pectimorf en los cultivos de Lechuga y habichuela. Trabajo de Diploma. Fac. Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma.
- Ø Eagles, H. A y Lothrop, J. E. [1994]. Highland maize from, central México - 1ts origen, characteristics and use in breeding programs. Crop sli, 34.11-19.

- Ø Fitó, E. [1998]. Influencia de diferentes momentos de aplicación de Biobrás-16 en el rendimiento de diferentes cultivos hortícolas. Programa y Resumen. XI Seminario Científico. INCA La Habana. Nov.17-20. P.137.
- Ø Fernández, A. y col. [1995]. Influencia del análogo de brasinoesteroide DAA-6 en el cultivo del tomate. En: I Taller de Productos Bioactivos, IV Taller de Brasinoesteroides. (nov. 30-dic. 1, 1995: La Habana), INCA, p: 115
- Ø FAO [1992]. La población, nutrición y pobreza en el concepto de agricultura sustentable, pesquerías y silvicultura. Consulta en el desarrollo Sustentable y ambiente.
- Ø González, G. [2004]. Informe final del subproducto de evaluación de Biobrás-16 en dos.
- Ø Galinat, W.E. [1995]. El origen del maíz. El grano de humanidad. Ecom. Bot. 49.3-12.
- Ø "<http://www.ecured.cu/index.php/Biocombustibles>", Categoría: Tecnología energética
- Ø <http://biomascuba.ihatuey.cu>
- Ø Jiménez A. y J. Valles. [2000]. En Resúmenes, XII Seminario Científico (INCA).
- Ø Jorgensen, J.A, y Nguyen, HT [1995]. El análisis de proteínas de susto de color en maíz. Theor. Appl. Genet., 91: 38-46.
- Ø Joven, T y Burton, M.P. [1992]. Mantenimiento Agrícola la definición y implicación agrícola y política de comercio FAO el desarrollo Económico y Social papel 110. Roma. FAO.
- Ø Khripach, V. A., V. Zhabinskii y A. E de Groot. [1999]. Physiological mode of action of BS. / En: V. A. Khripach, V. N. Zhabinskii & A. E. de Groot, Brassinosteroids, a new class of plant hormones, Academic Press.
- Ø Laffite, H. R., y Edweades, G .O. [1996]. La temperatura efectiva en el uso de la radiación y biomasa que dividen en cultivadores de maíz tropical diverso. El campo siega Res. En prensa.
- Ø López, R. y Lobaina, [2005]. Comportamiento de plantas hortícolas con diferentes dosis de Fitomás-E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. Centro

Universitario Guantánamo.

- Ø López, R. Montero, R. Vera, JA. y Rodríguez, Y, [2002]. Evaluación de diferentes dosis de Fitomás-E en el estudio del pepino (*Cucumis sativus*). Variedad SS-5, Complejo Producto Científico-Docente “José Martí”.Guantánamo, (ICIDCA).11p.
- Ø López, R. Montero, R. Vera, JA. y Rodríguez, Y. [2002]. Evaluación de diferentes dosis de Fitomás-E en el estudio del pepino (*Cucumis sativus*). Variedad SS-5, Complejo Producto Científico-Docente “José Martí”.Guantánamo, (ICIDCA).11p.
- Ø Maresma, L. [2005]. Evaluación de diferentes dosis de Biobrás 16 en un ecosistema frágil de la provincia de Holguín. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma. p-76.
- Ø Montano, R. [2002]. Maduradores en caña de azúcar. Agricultura Orgánica Revista de Asociación Cubana de Técnicos Agrónomos y Forestal, 8(2), 12 – 15. La Habana, Cuba.
- Ø Mondava, N. B., M. J. Thompson y J.H. Yopp [1987]. Effects of selected putative inhibitors of RNA and protein synthesis on brassinosteroid-induced growth in mung bean epicotyls. J. Plant Physiol. 128: 63-68.
- Ø Núñez, Miriam. [1998]. Influencia de nuevos biorreguladores cubanos en la producción de hortalizas en condiciones tropicales en XLIV Reunión Anual de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical, (Sept. 28-Oct. 2, Barquisimeto). Venezuela. p23.
- Ø Núñez, Miriam. Robaina, Caridad. [2000]. Brasinoesteroides. Nuevos reguladores del crecimiento vegetal con amplias perspectivas para la agricultura. Instituto agronómico (IAC), 23p.
- Ø Núñez, Miriam. [1999]. Aplicaciones prácticas de los brasinoesteroides y sus análogos en la agricultura. Reseña Bibliográfica. Cultivo Tropical. 20. (3). P. 63-72.
- Ø Núñez, Miriam. [1998]. Efecto de tratamientos con brasinoesteroides sobre las relaciones hídricas y el crecimiento de plantas de tomate bajo estrés hídrico. Actas del 4º Simposium Hispano-Portugués. Relaciones hídricas en las plantas, Murcia, España.-p. 206-209.

- Ø Ojeda, Y. [1999]. Sustitución de la fertilización química con abonos orgánicos fermentados en cultivos intensivos de hortalizas. En: III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Programas y Resúmenes. Universidad Central de La Villas, 19-20 p.
- Ø Pérez, T. y col. [2001]. Influencia del Biobrás-16 en el comportamiento de plantas de tomate (*Lycopersicon Esculecnum* Mill) durante la fase de semillero. Trabajo de Diploma.
- Ø Pheng, X. [2007]. Evaluación de tres bioestimulantes en el cultivo del tomate. Trabajo de Diploma. Fac. Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma.
- Ø Pollock, C.I., Eagles, E.F., Huwarth, C.I., Schumann, P.H.D. & Stoddard, J.C., [1993]. Temperature stress. In. L. Fowden, T. Mansfield & J. Stoddart, eds. Plant adaptation to environmental stress. In. L. Fowden, T. Mansfield & J. Stoddart, eds. Plant adaptation to environmental stress. P. 109-132 New York. NY.USA. Chapman-Hall.
- Ø Quesada, S. M. y Fagundo, MD. [1998]. Publicaciones y Materiales Educativos. Instituto Politécnico Nacional. Tresquerr 27, Centro Histórico, México, DF, Enero.
- Ø Quintana. O. [2007]. Evaluación de tres bioestimulantes, en el cultivo del maíz (*zea mays.L.*) en las condiciones edafoclimáticas de la provincia Santiago de Cuba. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma.
- Ø Rodríguez, P. [2000]. Resúmenes, XII seminario Científico (INCA). Disminución progresiva del uso de agroquímicos, y contaminantes del medio ambiente en la agricultura. La Habana, Cuba. Pág. 179.
- Ø Rodríguez, R. [1997]. Compost como alternativa de nutrición de la lechuga. En el III Encuentro Nacional de Agricultura Urbana. Programas y resúmenes. Universidad Central de las Villas, p.4.
- Ø Sasse, J. y col. [1991]. Brassinolide-induced elongation Brassinosteroids - Chemistry, Bioactivity and Applications, (ACS Symposium Series 474), American Chemical Society, Washington.
- Ø Silvestre, Yoania [2008]. Evaluación de diferentes dosis de quitosana en el cultivo

Avenida XX Aniversario, Vía Guardalavaca, Piedra Blanca, Holguín, Cuba. Telf. 48 2501- 48 2380
www.uho.edu.cu

del pepino. Trabajo de Diploma. Fac, Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma.

- Ø Socorro, M. y David, M. [1999]. Granos. Editorial pueblo y educación. Cuba.
- Ø Squire, G.R. [1990]. The physiology of tropical crop production, Oxaniuk, CAB International. P. 236.
- Ø Sukurai, A. S, Fujioka. [1991]. Production of brassinosteroids in plant-, cell cultures ACS Symposium series 474. American Chemical Society, Washington.
- Ø Syngentaseeds. [2007]. En <http://www.syngentaseeds.es>. extraído de Internet. Fuentes potenciales de combustible.
- Ø Wardlaw, I.F. [1993]. La adaptación de los cultivos a las temperaturas y tención de agua. Proc. Int. Sump. Taiwán, la Provincia de China, 13-18. Ago. 1992. Taipei, Taiwán, Provincia de China, Investigación de la verdura asiática y Centro de desarrollo
- Ø Westgate, M.E. [1994]. Siembra de maíz en sequedad. En K.J. Boote, J.M Bebbett, T.R. Sinclair G.M. Paulsen, eds. La Filosofía y determinación de rendimiento de la cosecha p. 361-364. Madison, W. I. EE.UU. Sociedad Americana de Agronomía.
- Ø www.gratisblog.com/productosperuanos/i111694-maiz_morado.htm
- Ø Zullo, M. y Adam, A. [2002]. Brassinoesteroids Phytohomon es, structure, bioactivity and applications. Bras. Plant Physol. Vol. 14 (3). P. 143-148.

ANEXO 1



Fig. 1. Aplicación de Fitomás- E y Biobrás - 6

ANEXO 2

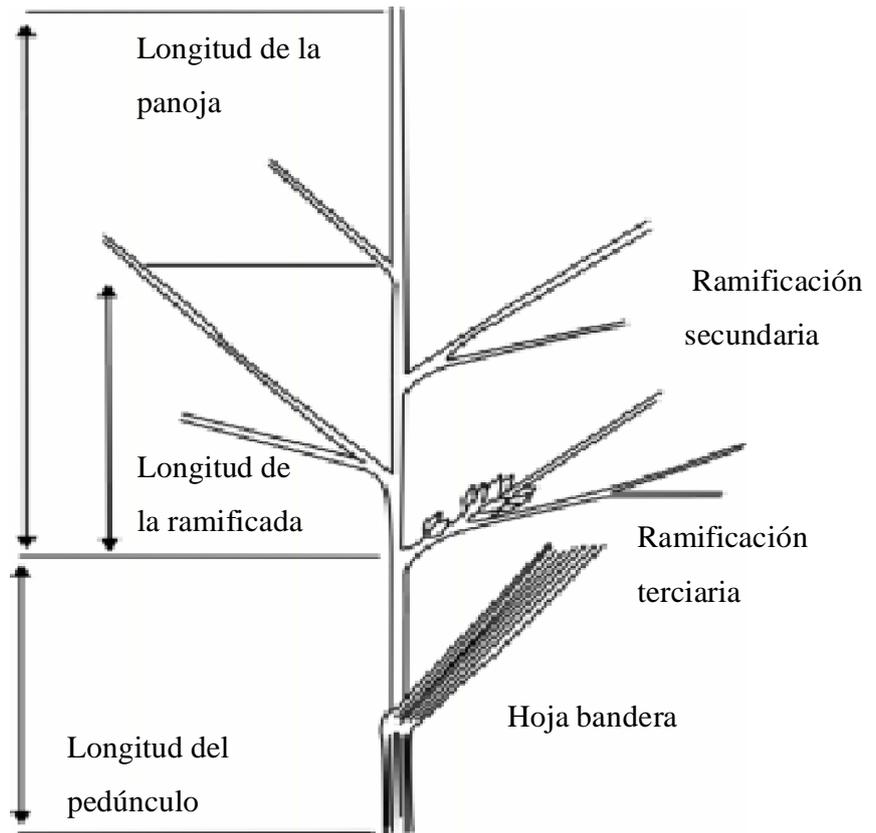


Fig. 2. Tipo de espiga.

ANEXO 3



1. Regular

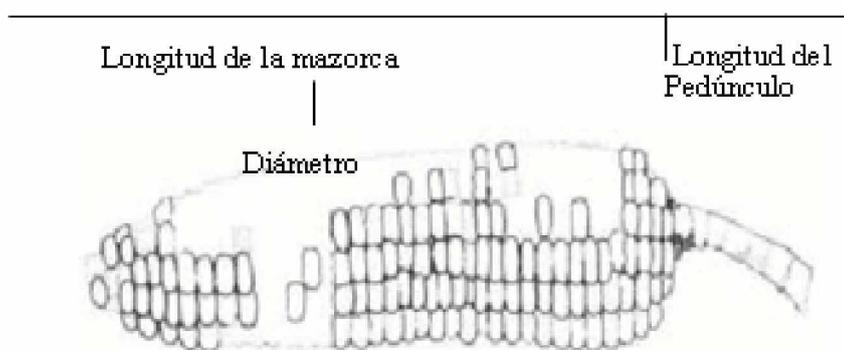
2. Irregular

3. Recta

4 En espiral

Fig. 3. Disposición de hileras de granos.

ANEXO 4



Descriptores de la mazorca

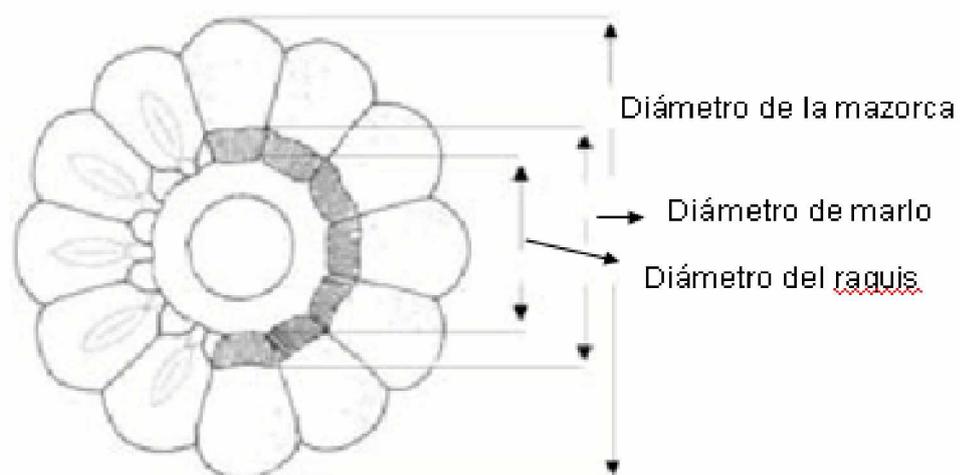


Fig. 5. Diámetros de las mazorcas.