



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
“José Martí Pérez”
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Departamento de Agronomía



TRABAJO DE DIPLOMA

***COMPARACION DE DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA
UTILIZADAS EN EL MAIZ (Zea mays L.) EN EL MUNICIPIO DE
CABAIGUAN***

Autor: Anier Delgado Jiménez

Sancti Spíritus, 2016



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
“José Martí Pérez”
Facultad de Ciencias Agropecuarias



Departamento de Agronomía

TRABAJO DIPLOMA

***COMPARACION DE DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA
UTILIZADAS EN EL MAIZ (Zea mays L.) EN EL MUNICIPIO DE
CABAIGUAN***

Autor: Anier Delgado Jiménez

Tutor: Dr C. Marcos T. García González

Sancti Spíritus, 2016

Pensamiento

Sin una agricultura fuerte y eficiente que podemos desarrollar con los recursos de que disponemos, sin soñar con las grandes asignaciones de otros tiempos, no podemos aspirar a sostener y elevar la alimentación de la población, que tanto depende todavía de importar productos que pueden cultivarse en Cuba.

Raúl Castro.

Agradecimientos

Mi especial agradecimiento a mi tutor Dr. C. Marcos T. García González por brindar todos sus conocimientos y su ayuda incondicional en la elaboración de esta investigación.

A mis compañeros de aula que me brindaron su amistad y su apoyo en el transcurso de la carrera.

A todos los profesores que en una u otra forma me ayudaron a formarme como futuro profesional.

Dedicatoria

Ante todo, dedico este trabajo a mi familia y a mi novia por su apoyo incondicional cuando lo he necesitado.

A mi madre que en todo momento me apoyó haciendo posible que llegara donde estoy en estos momentos.

En especial a mi hermana que ha sido ejemplo a seguir y mi inspiración a continuar luchando para ser alguien mejor.

A mis amigos que estuvieron junto a mí todo este tiempo que fue largo y a la vez se quedó corto.

Síntesis

El maíz constituye uno de los principales cultivos para el desarrollo agrícola en Cuba, sin embargo es afectado por bajos rendimientos, debido fundamentalmente entre otras causas a una deficiente agrotecnia, donde existe diversidad entre los campesinos en los marcos de siembras utilizados, lo que ha propiciado que el cultivo no pueda expresar su potencial genético. Apoyados en las distintas distancias de siembras utilizadas en la región se desarrolló un experimento en parcelas divididas, con tres tratamiento y tres réplicas sobre un suelo Pardo Sialítico sin Carbonato. La investigación se realizó en el municipio de Cabaiguán provincia Sancti Spíritus, Cuba en el período comprendido de abril a diciembre de 2015 en un agroecosistema llano perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Fortalecida "Francisco Rives" y tuvo como objetivo determinar los parámetros morfoproductivos del maíz en las diferentes distancias de siembra usados en el municipio. Comprobándose que el tratamiento C (0,90 x 0,45 x 0,30 m), fue el de mayor rendimiento con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos; este resultado estuvo dado por el número total de plantas por hectárea las que superaron la 80 000 plantas. El mayor rendimiento obtenido en el maíz bajo las condiciones agroclimáticas del municipio de Cabaiguán fue en la distancia de siembra de (0,90 x 0,45 x 0,30 m) con 7,98 t ha⁻¹. La distancia de siembra (0,90 x 0,30 m) mostró los mejores comportamientos en las variables morfoagronómicas evaluadas.

Synthesis

Maize is one of the main crops for agricultural development in Cuba, however, it is affected by low yields, mainly due among other causes to poor agrotecnia where there is diversity among farmers in the frames of crops used, which has led that the crop can not express their genetic potential. Supported in different planting distances used in the region an experiment was conducted in split plot with three treatment and three replicates on a Brown soil sialítico Carbonateless. The research was conducted in the municipality of Cabaiguán province of Sancti Spiritus, Cuba in the period from April to December 2015 on a flat agroecosistema belonging to the collective farmer "Empowered Francisco Rives" and aimed to determine the morfoproductivos parameters of maize in different planting distances used in the municipality. Proving that treatment C (0.90 x 0.45 x 0.30 m) was the highest performing statistical differences with other treatments; this result was given by the total number of plants per hectare which exceeded the 80,000 plants. The highest yield obtained in corn under agro-climatic conditions in the municipality of Cabaiguán was planting distance of (0.90 x 0.45 x 0.30 m) with 7.98 t ha⁻¹. The planting distance (0.90 x 0.30 m) showed the best performances in the morphoagronomic variables evaluated.

Índice

Contenido	Pág
Introducción	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. Antecedentes	4
1.1.1. Domesticación del maíz	5
1.2. Origen y Taxonomía	5
1.3. Botánica del maíz	8
1.3.1. Inflorescencia	8
1.3.2. Raíces	8
1.3.3. Tallo	8
1.3.4. Hojas	8
1.4. Fisiología	9
1.4.1. Fase Vegetativa	9
1.4.2. Fase Reproductiva	10
1.5. Exigencia edafoclimática del maíz	12
1.5.1. Exigencia de temperatura	12
1.5.2. Exigencia del suelo	12
1.6. Labores culturales	13
1.6.1. Preparación del terreno	13
1.6.2. Labores de cultivo y aporque	14
1.6.3. Fertilización	14
1.6.4. Riego	15
1.6.5. Marco de siembra	16
1.6.6. Tratamiento de semilla	17
1.6.7. Época de siembra en Cuba	18
1.6.8. Control de malezas	18
1.6.8.1. Control mecánico	18
1.6.8.2. Control químico	19
1.6.8.3. Control cultural	20

1.7. Principales plagas	20
1.7.1. Medidas de control de insectos plaga en maíz	21
1.8. Producción y mercado	22
1.9. Producción de maíz en Cuba	23
CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS	24
2.1. Lugar de realización del experimento	24
2.2. Descripción del experimento	25
2.3. Determinación de los parámetros morfoproductivos del maíz en las diferentes densidades de siembra usados en el municipio de Cabaiguán.	26
2.3.1. Altura de la planta	26
2.3.2. Largo y ancho de las hojas	26
2.3.3. Numero de hojas	26
2.3.4. Grosor del tallo	26
2.3.5. Número de hilera de granos por mazorca	26
2.3.6. Número de grano por hilera	26
2.3.7. Número de granos por mazorca	26
2.3.8. Área foliar	27
2.4. Análisis estadístico	27
CAPITULO III RESULTADO Y DISCUSIÓN	28
3.1. Altura de la planta	28
3.2. Diámetro del tallo	29
3.3. Número de hojas	30
3.4. Área foliar	30
3.5. Variables agroproductivas	31
3.6. Rendimiento	32
CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es la forma domesticada de la gramínea silvestre mexicana conocida como teocintle (*Zea mexicana* L.). México y los países centroamericanos son considerados como centro de la diversidad de maíz con 59 razas (Cortez, 2008).

Entre los cuatro cultivos principales en el mundo, el maíz es uno de los más importantes, con más de 900,00 millones de toneladas producidas anualmente. El mayor productor es Estados Unidos, con alrededor de 300,00 millones de toneladas anuales. Le siguen China, Brasil, México y Argentina. Estados Unidos también es el principal productor de elote, mientras que México pasó a ser el segundo país (FAO, 2012).

Este cultivo requiere una temperatura de 25 a 30 °C, con bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C, el maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de 30 °C pueden aparecer problemas serios debidos a mala absorción de nutrientes minerales y agua, para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 30 °C. Se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero con pH entre 6 y 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (Pérez *et al.*, 2008).

La densidad de población por unidad de área depende de varios factores. Entre los más importantes están los siguientes: fertilidad del suelo, humedad disponible, porcentaje de germinación y características agronómicas de la variedad. En zonas donde los suelos son fértiles y la lluvia es abundante, deberá sembrarse una mayor cantidad de semilla que en los suelos medianamente pobres y con lluvias

escasas y erráticas. Las variedades mejoradas soportan mayor densidad de población en comparación con las variedades criollas. Además el grano debe quedar a una profundidad de cinco centímetros para que tenga la suficiente humedad para germinar (Funes, 2008).

La distancia entre plantas es la herramienta más efectiva para mejorar la captura de luz. La cantidad de plantas necesarias para lograr plena cobertura es función del área foliar de cada una y de la disposición de sus hojas (erectas o planas). Plantas poco foliosas y de hojas erectas requerirán densidades mayores para conseguir la cobertura total del suelo. Las bajas densidades afectan significativamente la captura de luz y, en consecuencia, el crecimiento del cultivo. Es por esto que el maíz presenta una notable respuesta al aumento de la densidad en términos de producción de biomasa (Cirilo, 2008).

De acuerdo al Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), el maíz es el segundo cereal de importancia en Cuba, de alta preferencia de consumo por la población ya sea tierno o seco. El maíz se cultiva en toda la isla y la superficie cultivada está entre 77 000 y 100 000 hectáreas, destacándose las provincias de las regiones centrales y orientales con mayores extensiones de superficie de siembra, cultivándose principalmente maíz de grano amarillo, cristalino o dentado, para la alimentación (Acosta y Ríos, 2015).

Para el campesino cubano el maíz es de gran importancia, ya que la mayor parte de la producción obtenida es dedicada para su sustento ya sea directamente en su dieta o para la alimentación de sus animales. A pesar de los esfuerzos realizados por la agricultura para elevar los rendimientos en el cultivo estos presentan una media nacional de $2,25 \text{ t ha}^{-1}$, distante de la media mundial, con valores alrededor de las $4,50 \text{ t ha}^{-1}$ (ONE, 2013).

En los últimos años en el municipio Cabaiguán la producción del maíz, se ha afectado por los bajos rendimientos, debido fundamentalmente entre otras causas

a la mala agrotecnia, donde existe diversidad entre los campesinos en los marcos de siembras utilizados, lo que ha propiciado que el cultivo no pueda expresar su potencial genético. Es por esto que el maíz a pesar de su alta eficiencia productiva, económica, su nobleza y adaptabilidad a las diferentes condiciones agroclimáticas no ocupa el papel que le corresponde en el desarrollo de la agricultura. Por tal razón se hace necesario buscar una densidad de siembra que favorezca su rendimiento en esas condiciones agroclimáticas.

Problema científico

Cómo influyen las distintas distancias de siembra en el rendimiento del maíz en el municipio de Cabaiguán.

Hipótesis

Si se realiza un estudio comparativo de las diferentes distancias de siembra, se podría determinar cuál es la que favorece mayor rendimiento en el maíz en municipio Cabaiguán.

Objetivo general

Determinar los parámetros morfoproductivos del maíz en las diferentes distancias de siembra usados en el municipio de Cabaiguán.

Capítulo I Revisión Bibliográfica

1.1. Antecedentes

El maíz es la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal. El origen y la evolución del maíz es un misterio, porque ha llegado a nosotros altamente evolucionado, sin que se conozcan formas intermedias (Asturias, 2004).

Su cultivo se realiza desde el ecuador hasta los 50⁰ de latitud norte o latitud sur y desde el nivel del mar hasta más de 3000 metros de altitud, en climas cálidos y fríos y con ciclos vegetativos con rangos entre 3 y 13 meses. Ningún otro cereal tiene un uso tan variado; casi todas las partes de la planta de maíz tienen valor económico (Silva, 2005).

Según Fuentes (2002), el maíz forma parte del grupo de los granos básicos que constituyen base de la dieta de la población mundial por su alto contenido energético y de proteínas, cuya parte consumida es la semilla sexual.

El cultivo de maíz tiene importancia especial ya que constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos. Ocupa el tercer lugar en la producción mundial después del trigo y el arroz. Es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, por eso se le cultiva en casi todo el mundo (Bonilla *et al.*, 2009)

La importancia que representa dentro de los granos básicos es indudable desde distintos puntos de vista, por tener altas implicaciones en el contexto agrosocioeconómico de una gran mayoría de la población, principalmente para garantizar la seguridad alimentaria y la sobrevivencia. Los productos y subproductos que se obtienen del maíz, son utilizados tanto por la población rural como urbana, siendo estos demandados para el consumo humano, animal,

transformación industrial y otros usos variados dentro o fuera de las fincas productoras (Fuentes, 2002).

1.1.1. Domesticación del maíz

Dentro de todas las plantas cultivadas, el maíz tiene el más elevado nivel de domesticación, logrado a través de la selección que resultó en una especie totalmente dependiente del hombre, pues la transformación eliminó por completo las características ancestrales de sobrevivencia en la naturaleza. Este proceso generó una gran variedad de maíces, más de 300 razas y miles de variedades adaptadas a los más diversos ambientes ecológicos y las preferencias de sus cultivadores. Todo esto se debió a una selección masal conducida por miles de generaciones y sin interrupción por las antiguas poblaciones americanas (Paterniani, 2000).

Colón vio por primera vez el maíz en la isla de Cuba en 1492, y fue quien lo introdujo a Europa, luego de su regreso de América, en el primer viaje realizado en 1493. A África y Asia fue llevado a comienzos de 1500 por comerciantes portugueses. Fue durante el siglo XIX cuando las primeras variedades de maíz totalmente distintas de las cultivadas por los indios fueron desarrolladas por los pioneros americanos, usando una selección masal simple, con lo que se inició el desarrollo de variedades de polinización abierta. En el siglo XX, la intensificación de la investigación en mejoramiento genético, condujo a un incremento espectacular del potencial de rendimiento con la creación de híbridos con alta productividad, que revolucionaron la producción de este cereal, primero en Norte América y más tarde en otros países del mundo (Silva, 2015).

1.2. Origen y Taxonomía

El centro geográfico de origen y dispersión se ubica en el valle de Tehuacán, Estado de Puebla, en la denominada Mesa Central de México a 2.500 ms. n. m.

En este lugar el antropólogo norteamericano Richard Stockton encontró restos arqueológicos de plantas de maíz que, se estima, datan del 7.000 ac. Teniendo en cuenta que ahí estuvo el centro de la civilización Azteca es lógico que el maíz constituyera para los primitivos habitantes una fuente importante de alimentación. Aun, se pueden observar en las galerías de las pirámides (que todavía se conservan) pinturas, grabados y esculturas que representan al maíz. Las grandes civilizaciones mesoamericanas no habrían surgido sin la agricultura, y sin un sistema de medición del tiempo que organizaba sus actividades cotidianas y rituales de los pueblos mesoamericanos (FAO, 2006).

En Cuba, los trabajos iniciales de clasificación de maíces comenzaron en 1949; Hernández y Clement efectuaron 57 colectas de 90 localidades del país. Ellos reportaron la existencia de seis razas de maíces cubanos e indicaron que cinco de ellas estaban relacionados con los tipos encontrados en México. A partir de estos criterios, dicho autor efectuó estudios posteriores en la clasificación de las razas, las cuales son generalmente reconocidas como una variedad agrícola por los campesinos. Se plantea la existencia en Cuba de siete razas de maíz, que se diferencian y clasifican principalmente por los caracteres de la mazorca: Maíz Criollo, Tusón, Argentino, Canilla, White Pop, Yellow Pop y White Dent (Acosta, 2009).

De acuerdo con la clasificación efectuada por la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD), en la clasificación para el maíz del hemisferio occidental (OECD. 2003), los géneros *Zea* y *Tripsacum* son incluidos en la Tribu Maydeae (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación del género Zea de la Tribu Maydeae del hemisferio occidental y el género Tripsacum

Familia: Poaceae
Subfamilia: Panicoideae
Tribu: Maydeae
Hemisferio Occidental:
Género Zea
Sección ZEA
<i>Zea mays</i> L. (maize)
<i>Zea mays</i> subsp. <i>mays</i> (L.) Iltis (maize, 2n= 20)
<i>Zea mays</i> subsp. <i>mexicana</i> (Schrader) Iltis (teocintle, 2n= 20))
race Nobogame
race Central Plateau
race Durango
race Chalco
<i>Zea mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Iltis and Doebley (teocintle, 2n= 20)
var. <i>parviglumis</i> Iltis and Doebley (=race Balsas)
var. <i>huehuetenangensis</i> Doebley (=race Huehuetenango)
Sección G LUXURIANTES Doebley and Iltis
<i>Zea diploperennis</i> Iltis, Doebley and Guzman (perennial teocintle, 2n= 20)
<i>Zea luxurians</i> (Durieu) Bird (teocintle, 2n= 20)
<i>Zea nicaraguensis</i> (2n = 20?)
<i>Zea perennis</i> (Hitc.) Reeves and Mangelsdorf (2n= 40)
Género Tripsacum
<i>T. andersonii</i> (2n= 64)
<i>T. australe</i> (2n= 36)
<i>T. bravum</i> (2n= 36, 72)
<i>T. cundinamarce</i> (2n= 36)
<i>T. dactyloides</i> (2n= 72)
<i>T. floridanum</i> (2n= 36)
<i>T. intermedium</i> (2n= 72)
<i>T. manisuroides</i> (2n= 72)
<i>T. latifolium</i> (2n= 36)
<i>T. peruvianum</i> (2n= 72, 90, 108)
<i>T. zopilotense</i> (2n= 36, 72)
<i>T. jalapense</i> (2n= 72)
<i>T. lanceolatum</i> (2n= 72)
<i>T. laxum</i> (2n= 36?)
<i>T. maizar</i> (2n= 36, 72)
<i>T. pilosum</i> (2n= 72)

1.3. Botánica del maíz

1.3.1 Inflorescencia

El maíz es una especie monoica, que se caracteriza por tener la inflorescencia femenina (mazorca) y la masculina (espiga) separadas pero en la misma planta. El maíz es una especie de polinización abierta (alógama), la polinización ocurre con

la transferencia del polen, por el viento, desde la espiga a los estigmas (cabellos) de la mazorca (Silva, 2005).

1.3.2. Raíces

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias (Riccelli, 2000).

1.3.3. Tallo

El tallo puede elevarse a alturas de hasta cuatro metros, e incluso más en algunas variedades. Las hojas son anchas y abrazadoras. La planta es diclina y monoica. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le suele llamar mazorca (Infoagro, 2013).

1.3.4. Hojas

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (García, 2009)

Según Martín (2004), las características botánicas más destacadas son el sistema radicular fibroso, de buen desarrollo, tallo caña macizo, con nudos y entrenudos (sin macollos), hojas envainadoras con amplia y larga lámina ensanchada en su porción basal y bordes suavemente ondulados, planta diclina, con inflorescencia masculina y femenina en el mismo pié, inflorescencia masculina como panoja terminal, formada por un eje central y ramificaciones (es la productora de polen) y una inflorescencia femenina en espiga cilíndrica, ubicada axilarmente a la altura media de la planta (entre 1 y 1,30 m), con los granos dispuestos en hileras.

1.4. Fisiología

La planta de maíz presenta diferente comportamiento a las condiciones agroclimáticas. El conocer las características fenológicas establece el marco temporal que forma el rendimiento y sus componentes. Bolaños y Edmeades (1993), indicaron que en los puntos cardinales de germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica se delimitan respectivamente las fases vegetativas, reproductiva y de llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del fotoperiodo y de la temperatura (Fuentes, 2002).

1.4.1. Fase vegetativa

Esta fase se inicia al momento de comenzar el proceso de germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca y en promedio se estima que ésta ocupa el 40 % del peso total (Bolaños y Barreto, 1991).

Etapas Vegetativas

- **VE (Emergencia)**
- **V1 (Primera hoja)**
- **V2 (Segunda hoja)**
- **Vn (Enésima hoja)**
- **VT (Panojamiento)**

VT corresponde a la floración masculina

Cuando la planta está entre V4 y V6, el meristemo apical de crecimiento foliar finaliza la diferenciación de hojas y comienza la diferenciación de espiguillas estaminadas correspondientes a la panoja (V6 a V8). Entre V7 y V9 comienza la

diferenciación de los primordios florales de la yema axilar que dará origen a la espiga.

La dinámica de crecimiento del cultivo:

- A los 14 días de VE (entre V5 y V6), comienza el alargamiento de entrenudos con una altura de planta de 0,35 cm.
- A los 21 días el cultivo está entre V7 y V8 con 0,56 cm de altura.
- A los 40 días está entre V9 y V10, con 1,10 a 1,20 m de altura.
- A los 52 días está en V12 a V13 con más de 1,80 m.

El panojamiento (VT) consiste en la emergencia de la inflorescencia masculina a través del cogollo formado por las hojas superiores y se completa al expandirse la última hoja. Luego de la emergencia total de la panoja ocurre la antesis, que se define como la aparición de las anteras de las flores en las espiguillas de la panoja y el comienzo de la liberación de polen (Liendo y Martín, 2004).

1.4.2. Fase reproductiva

En esta fase se elabora el órgano de interés desde el punto de vista de la cosecha: la mazorca y el número de granos por mazorca que constituye la fracción cosechable de la biomasa. Dependiendo de la zona en donde se esté desarrollando el cultivo, existe un período que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Este período se puede alargar entre 5-8 días para las condiciones del altiplano. La polinización es una fase extremadamente sensitiva al efecto que puedan causar los estreses ambientales tales como la sequía, que puede afectar negativamente al rendimiento (Bolaños y Edmeades, 1993).

Etapas Reproductivas

- **R1 (Emergencia de estigmas)**
- **R2 (Cuaje o Ampolla)**
- **R3 (Grano lechoso)**
- **R4 (Grano pastoso)**
- **R5 (Grano duro o dentado)**
- **R6 (madurez fisiológica)**

(R1 corresponde a la floración femenina).

La Floración femenina o R1, consiste en la emergencia de los estigmas fuera de la envoltura de las chalas de la espiga. El período de emisión de polen y aparición de estigmas se prolonga por varios días. En los materiales modernos, la diferencia de tiempo entre el polen y los estigmas no debe ser mayor a 3 a 4 días.

El Llenado de Grano según Liendo y Martín (2004) se reconoce tres fases diferentes, según su tasa de acumulación de Materia Seca (M.S.):

1ª Fase o Cuaje: la tasa de acumulación de M.S. en grano es baja.

2ª Fase (de llenado efectivo del grano o crecimiento lineal): aquí la tasa de acumulación de M.S. es máxima; suele representar más de la mitad del período total de llenado (el que no debería ser inferior a 50 días) y se caracteriza por el activo crecimiento del grano.

3ª Fase (de crecimiento no lineal): tiene una duración de uno a dos semanas con una tasa de acumulación de materia seca declinante progresivamente hasta hacerse nula; al final de esta fase el grano alcanza la Madurez Fisiológica.

1.5. Exigencias edafoclimáticas del maíz

1.5.1. Exigencias de la temperatura

Temperatura: para la siembra del maíz es necesaria una temperatura media del suelo de 10 °C, y que ella vaya en aumento. Para que la floración se desarrolle normalmente conviene que la temperatura sea de 18 °C como mínimo. Por otra parte, el hecho de que deba madurar antes de los fríos hace que tenga que recibir bastante calor. De todo esto se deduce que es planta de países cálidos, con temperatura relativamente elevada durante toda su vegetación. La temperatura más favorable para la nacencia se encuentra próxima a los 15 °C. En la fase de crecimiento, la temperatura ideal se encuentra comprendida entre 24 y 30 °C. Por encima de los 30 °C se encuentran problemas en la actividad celular, disminuyendo la capacidad de absorción de agua por las raíces. Las noches cálidas no son beneficiosas para el maíz, pues es la respiración muy activa y la planta utiliza importantes reservas de energía a costa de la fotosíntesis realizada durante el día. Si las temperaturas son excesivas durante la emisión de polen y el alargamiento de los estilos pueden producirse problemas (Infoagro, 2013).

El cultivo del maíz puede soportar una temperatura mínima de 8 °C y máximas de 39 °C. En el período de fructificación la planta requiere temperaturas de 20 a 32 °C. El clima ideal para el maíz, es un ambiente con días soleados, noches frescas, temperaturas y vientos moderados (Cruz, 2013).

1.5.2. Exigencias en suelo

Aunque el maíz se adapta a diferentes tipos de suelos, no son muy favorables ni los muy arenosos ni los muy arcillosos. El mejor desarrollo se produce en suelos de textura media, profundos, con buen drenaje, sin exceso de calcio y con un pH entre 6 – 7 (Acota y Ríos, 2015).

Según Fuentes, (2002) un pH fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Con un pH inferior a 5.5, a menudo hay problemas de toxicidad por Al y Mn, con carencias de P y Mg. Con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencias de Fe, Mn y Zn.

Según Cruz (2013) en la tabla 2 se presenta las características edáficas y rango de adaptabilidad del maíz los cuales son.

Tabla 2. Características edáficas y rango de adaptabilidad del maíz.

Adaptabilidad	Textura	Profundidad (cm.)	Pendiente (%)	pH
Optima	Franco	+ de 60	-8	Neutro (6-7)
Buena	Franco arenoso	40–60	9-25	Ligeramente ácido (5.5-8.5)
Marginal	Areno arcilloso	- de 25	30 ó más	Ácido o alcalino

1.6. Labores culturales

1.6.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo depende del sistema o tipo de producción utilizado por el productor. La cual es influenciada por factores como la precipitación, tipo de suelo y condición económica del productor. Para el productor el recurso más valioso es el suelo, por lo tanto, debe conservarlo. Una adecuada preparación ayuda a enriquecer y permeabilizar el mismo, controlar malezas y algunas plagas, y permite una buena germinación de la semilla (Cruz, 2013).

La preparación del suelo es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de rotura, otra labor con grada para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra. También se efectúan labores con arado de vertedera con una profundidad de labor de 30 a 40 cm. En las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (Infoagro, 2013).

1.6.2. Labores de cultivo y aporque:

El deshierbe se hace con azadón, aproximadamente 25 a 30 días después de la siembra, sacando todas las malezas del cultivo, para evitar la competencia por luz, agua y nutrientes, y favorecer el desarrollo adecuado del cultivo. Hay que tener cuidado de no dar vuelta con el azadón al abono colocado en la siembra. El aporque se realiza 30 días después del deshierbe. Tiene la finalidad de airear el suelo y brindar soporte a la planta, y debe hacerse con bastante tierra coincide con la segunda aplicación de abono (Ruiz *et al.*, 2011).

1.6.3. Fertilización

El maíz es exigente en los principales nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre. En la mayoría de los suelos en donde se cultiva esta planta no es necesario aplicarle elementos menores tales como cobre, zinc, boro, hierro, magnesio y molibdeno, debido a que por lo general los suelos del país disponen de estos elementos o porque la demanda de los mismos es mínima (Fuentes, 2002).

Según Infoagro (2013), el cultivo necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K. En cantidades de 0,3 kg de P en 100 kg de

abonado. También un aporte de nitrógeno (N) en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo. El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de seis a ocho. A partir de esta cantidad de hojas se recomienda un abonado de:

- N: 82 % (abonado nitrogenado).
- P₂O₅: 70 % (abonado fosforado).
- K₂O: 92 % (abonado en potasa).

Según lo descrito por Infoagro (2013), durante la formación del grano de la mazorca los abonados deben de ser mínimos. Se deben de realizar para el cultivo de maíz un abonado de fondo en cantidades de 825 kg ha⁻¹ durante las labores de cultivo. Los abonados de cobertera son aquellos que se realizan cuando aparecen las primeras hojas de la planta y los más utilizados son:

- Nitrato amónico de calcio. 500 kg ha⁻¹
- Urea. 295 kg ha⁻¹
- Solución nitrogenada. 525 kg ha⁻¹

Es importante realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada e inteligente.

1.6.4. Riego

El agua es el factor que más comúnmente limita la producción de maíz en las zonas tropicales. La sequía durante la etapa de establecimiento del cultivo puede matar las plantas jóvenes y reducir la densidad de población. El principal efecto de la sequía en el período vegetativo es reducir el crecimiento de las hojas, de tal modo que el cultivo intercepta menos radiación solar (Lafitte, 1993).

Según Cruz (2013), el agua en forma de lluvia es necesaria y benéfica ya que en ciertas ocasiones existe un control de plagas en forma natural, sobre todo cuando la planta está en el período de crecimiento. Una variedad tropical de maíz con un ciclo de cultivo de 120 días, requiere aproximadamente de 600 a 700 mm de agua durante su ciclo vegetativo. En el cultivo de maíz los riegos pueden realizarse por aspersión, por gravedad y por goteo. El riego más empleado es por aspersión.

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

La fase de floración es el período más crítico porque de ella depende el llenado del grano y la cantidad de producción obtenida, por lo que se recomienda, en esta fase, riegos que mantengan la humedad, para asegurar una eficaz polinización y un llenado total de granos. Aproximadamente el maíz necesita disponer de cinco milímetros de agua por día. Para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada (Cruz, 2013).

1.6.5. Marco de siembra

El maíz posee un elevado potencial de rendimiento muy sensible al estrés, característica que determina su marcada respuesta al correcto ajuste en el manejo agronómico. Su crecimiento está directamente relacionado con la capacidad del canopeo para capturar la luz solar incidente. Esa captura es función de la estructura del cultivo y depende del tipo de planta (C_3 y C_4), de la cantidad y de su distribución en el terreno (Cirilo, 2008).

El disponer de nuevos genotipos de maíz posibilita el poseer que estos materiales puedan tolerar mayores densidades de siembra que es una cualidad de los

genotipos modernos que pueden contribuir al aumento del rendimiento. Bolaños y Barreto (1991), indican que una de las razones fundamentales de los bajos rendimientos de maíz en condiciones tropicales está relacionada a bajas densidades. La densidad ideal en la cosecha para un genotipo, es aquella que produce el mayor rendimiento de grano cuando el cultivo se desarrolla en condiciones favorables sin limitaciones de suelo y clima, situación poco frecuente en los campos de los productores.

De acuerdo a diferentes evaluaciones se han encontrado densidades óptimas que favorecen a que los genotipos puedan mostrar su potencial de rendimiento y puedan adaptarse a las condiciones de manejo de los agricultores (Fuentes, 2002).

El maíz es un cultivo con muy poca plasticidad fisiológica, es decir, con muy poca capacidad de compensar una mala germinación por lo que una baja densidad de plantas repercute irremediablemente en una bajada de producción (Ortas, 2008).

La modificación de la distancia entre los surcos en maíz propicia dificultades operativas para llevarla a la práctica. Una menor distancia entre los surcos de siembra permite cubrir mejor el suelo y capturar más luz desde etapas tempranas del cultivo, incrementando la producción de biomasa (Cirilo, 2008).

1.6.6. Tratamiento a la semilla

Debido a problemas de plagas en el suelo que afectan el comportamiento de la germinación y estado de plántula de la semilla de maíz en las etapas iniciales del ciclo de cultivo y que incide negativamente en disponer de menor población de plantas por unidad de área, se recomienda aplicar producto químico insecticida que posibilita proteger a la semilla a partir del momento de la siembra y 10-15 días posteriores. Esta práctica favorece a disminuir la pérdida de plantas y favorece a disponer de buen vigor en la germinación (Fuentes, 2002).

1.6.7. Época de siembra en Cuba

En Cuba se efectúan anualmente dos siembras, una en abril o junio (primavera) y otra en invierno (septiembre). La temperatura promedio durante estas dos fechas de siembra es de 27 y 22 °C respectivamente y las lluvias, alrededor de los 50 días (floración), varían entre 400 y 175 mm para cada una de estas épocas (Acosta y Ríos, 2015)

1.6.8. Control de malezas

El maíz según Ortas (2008), es un cultivo muy sensible a la presencia de malas hierbas, sobre todo en los primeros estados de desarrollo, que pueden llegar a producir pérdidas de cosecha superiores al 50 %. Por eso el cultivo del maíz requiere el uso de herbicidas adecuados y esto dependerán de:

1. De las malas hierbas existentes en cada parcela.
2. Del estado del maíz y de las malas hierbas (hay en el mercado herbicidas de preemergencia del maíz o de las malas hierbas, herbicidas de postemergencia también del maíz o de las malas hierbas).
3. De la existencia o no de resistencias, muy habituales en el cultivo del maíz.
4. Incluso dependerá del tipo de riego (los riegos por aspersión facilitan y ayudan mucho a mejorar la eficacia de los herbicidas).

1.6.8.1. Control mecánico

El control de malezas mecánico consiste desde el uso de herramienta básica como machete, azadón, uso de equipo con tracción animal y utilización de maquinaria agrícola como arado, rastra y cultivadora. Dependiendo de las condiciones del suelo, es conveniente iniciar la preparación del suelo con un paso de arado, lo cual posibilita la desecación de tubérculos al quedar en la superficie.

Generalmente, el cultivo del maíz requiere de dos limpiezas manuales o con el uso de maquinaria. El control manual, en su mayor parte, lo utilizan pequeños agricultores y de escaso recurso económico. Dependiendo de las condiciones agroclimáticas, tipo de suelo, se recomienda en general dos limpiezas, las cuáles se realizan entre los 15 días después de la siembra (dds) y la segunda a los 30 dds (Fuentes, 2002).

1.6.8.2. Control químico

El uso de herbicidas constituye una herramienta muy importante para el control de malezas. El uso de atrazinas en aplicaciones de pre-emergencia o post-emergencia temprana al cultivo y las malezas es el más común. Esta práctica se complementa con controles de tipo manual o mecánico (Fuentes, 2002)

Según Fuentes (2002), en la Tabla 3 se presentan alternativas de uso de herbicidas a nivel comercial utilizados para el control químico de malezas que posibilita el control de las principales malezas que compiten con el maíz.

Tabla 3. Herbicidas químicos recomendados por la literatura para el control de malezas en el cultivo del maíz.

Nombre Común	Nombre comercial	Dosis	Tipo de maleza	Época de aplicación
Atrazina	Gesaprim 80 WP Atrazina	5,5 kg ha ⁻¹	Hoja ancha y algunas gramíneas anuales	Pre o post emergencia temprana
Gramoxone	Gramoxone	6-8 L ha ⁻¹	Hoja ancha y algunas gramíneas	Pre o post emergencia Conjuntamente

			anuales	con aplicación atrazina.
Glifosato	Round-up, Rival, Roundup Max, Glifosato	4-6 L ha ⁻¹	Peremne, ciperaceas	Pre-emergencia
2,4-D Amina	2, 4-D Amina	4-6 L ha ⁻¹	Hoja ancha	Pre o post emergencia temprana

1.6.8.3. Control cultural

Esta práctica considera el uso de semilla de buena calidad, manejo adecuado de la fertilización y control de plagas adecuado que permita un desarrollo vigoroso del cultivo. La densidad de siembra debe ser óptima para lograr una buena población de plantas de crecimiento vigoroso y obtener a tiempo una buena cobertura del suelo (Fuentes, 2002).

1.7. Principales plagas

Según Acosta y Ríos (2015) al maíz lo atacan más de 36 especies de insectos algunos de suma importancia por la frecuencia que inciden y por la gravedad de los daños.

Plagas más comunes:

- Palomilla del Maíz: *Spodóptera frugiperda* (J. E. Smith.)
- Gusano de la mazorca: *Helicoverpa zea* (Boddie.)
- Bórer: *Diatrea sp.*
- Salta hojas: *Peregrinus maydis* (Ashmead.)

Algunas de las enfermedades pueden reducir hasta un 50% los rendimientos.

Enfermedades más importantes:

- Pudrición de la mazorca (*Diploidia maydis* (Berkeley.))
- Mancha de la hoja (*Helminthosporium maydis* (Nisikado & Miyake.))
- Carbón común (*Ustilago maydis* D.C)
- Roya del maíz (*Puccinia polysora* Schwein.)
- Mosaico del maíz (*Maize mosaic virus*)

1.7.1. Medidas de control cultural de insectos plaga en maíz

Según Cortez (2011), el uso generalizado de insecticidas elimina muchas especies de insectos benéficos que, en condiciones naturales, regulan las poblaciones de diferentes plagas, esto propicia que otras especies nocivas se incrementen. De acuerdo con lo citado anteriormente, a continuación se presenta una serie de recomendaciones basada en tácticas, principalmente de tipo preventivo y con énfasis en el control biológico de insectos.

1. Selección y preparación del terreno. Una buena selección y preparación del terreno proporciona un punto firme de partida. Se debe evitar establecer el cultivo en terrenos altamente infestados con maleza, sobre todo del tipo perenne, hospederas importantes de insectos plaga o enfermedades comunes para el maíz.

2. Selección del híbrido a sembrar. La selección del cultivar o genotipo a sembrar es de gran importancia en el aspecto agronómico en general y, específicamente, en el fitosanitario, ya que la resistencia genética de cada material hacia una plaga determinada es diferente para cada cual.

3. Fecha de siembra. Influye decididamente en el éxito de un cultivo. Sembrar fuera del periodo recomendado trae como consecuencia riesgos mayores en la

producción, por la presencia de plagas y factores climatológicos adversos para el cultivo.

4. Densidad de siembra. Cantidades menores de plantas a las recomendadas ponen en riesgo la buena producción del cultivo; por el contrario, altas densidades de siembra y de planta, además de significar mayores costos, no incrementan el rendimiento y favorecen un microclima de mayor humedad relativa dentro del cultivo y con ello aumentan las enfermedades de tipo fungoso. En general, se recomienda una cantidad promedio de siete plantas por metro lineal, bien distribuidas.

5. Fertilización. En muchas ocasiones, dosis excesivas de fertilizante originan plantas con excesivo desarrollo de follaje, con una alta producción de aminoácidos, que favorecen una alta incidencia de plagas insectiles de hábitos defoliadores y del hongo que provoca el carbón común, además, la sobre fertilización no incrementa el rendimiento.

6. Riegos. La humedad del suelo comúnmente ayuda a reducir la presencia de insectos que habitan en el suelo o que pasan gran parte de su ciclo biológico en él. Aunque el exceso de humedad generalmente influye más en la presencia y desarrollo de enfermedades fungosas. Se recomiendan terrenos bien nivelados y con buen drenaje, y tiradas máximas de 200 m de largo.

1.8. Producción y mercado

Este cereal, es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y debido a sus grandes bondades y multitud de usos se ha convertido entre los cultivos más importante entre los cereales a nivel mundial por su producción (980 000 000 de toneladas, superando al trigo y al arroz), de las cuales el 90 % corresponden a maíz amarillo y el 10 % restante a maíz blanco. Ocupa el segundo lugar en área de siembra, con alrededor de 140 000 000 de hectáreas, se siembra

en 135 países y se comercializan en el mercado internacional más de 90 millones de toneladas donde los principales países son Estados Unidos, Brasil, Argentina y Ucrania (WASDE, 2014).

1.9. Producción de maíz en Cuba

El maíz es una planta muy popular y de gran tradición en Cuba. Se emplea como alimento humano y animal, pero también como cultivo asociado, barrera viva, reservorio de entomófagos (Vázquez, 2010).

Para el campesino cubano el maíz es de gran importancia, ya que la mayor parte de la producción obtenida es dedicada para su sustento ya sea directamente en su dieta o para la alimentación de sus animales. A pesar de los esfuerzos realizados por la agricultura para elevar los rendimientos en el cultivo estos presentan una media nacional de $2,25 \text{ t ha}^{-1}$, distante de la media mundial, con valores alrededor de las $4,50 \text{ t ha}^{-1}$ (ONE, 2013).

Capítulo II Materiales y métodos

2.1. Lugar de realización del experimento

La investigación se realizó en la CCS “Fortalecida Francisco Rives”, en la finca Benavides, la cual se encuentra ubicada en el Consejo Popular Punta Diamante perteneciente al municipio de Cabaiguán, provincia de Sancti Spíritus, durante los meses abril a septiembre del 2015. La ubicación geográfica del agroecosistema en estudio, corresponden con el cinturón climático tropical, al cual pertenece todo el archipiélago cubano y a la subregión climática Caribe-Occidental, con vientos estacionales en calma e influencia de la continentalidad. Las coordenadas de la entidad son norte 654,125 y este 257,800 MapInfo sistemas de coordenadas Cuba Norte.

La presente investigación responde a la línea de investigación Producción de Alimento del departamento de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” y se encuentra insertado en el proyecto Producción Ecológica de Granos.

Las variables climáticas temperatura y humedad relativa media del agroecosistema, fueron obtenidas del Centro Meteorológico provincial, mientras que las precipitaciones fueron obtenidas por el Instituto de Recursos Hidráulico de la provincia de Sancti Spíritus de pluviómetros ubicados a menos de 2 km del sitio de investigación.

El suelo predominante y sobre el cual se realizó la investigación fue Pardo Sialítico sin Carbonato (Hernández *et al.*, 2015).

2.2. Descripción del experimento

El diseño metodológico de la investigación se estructuró en fases que dieron salida cronológicamente y de manera sistémica a los objetivos específicos del estudio, empleándose los métodos de investigación siguiente:

- La observación
- La medición
- El experimento

Se desarrolló un experimento con un diseño experimental de parcelas divididas, con tres tratamientos y tres réplica, se utilizaron tres distancias de siembra, la primera utilizada fue (A) 0,90 x 0,50 m dos granos por nido (sistema de siembra tradicional de los campesinos). La segunda distancia de siembra fue (B) 0,90 x 0,30 m a un grano por nido (recomendada por el instructivo del cultivo) y la tercera distancia de siembra (C) fue 0,90 x 0,45 x 0,30 m un grano por nido (nuevo método utilizado por los campesinos). Las unidades experimentales (parcelas) tuvieron 0,04 ha (400 m²).

La procedencia de la semilla fue de la finca del propio productor a través de la selección en el campo teniendo en cuenta el tamaño y el cierre de la mazorca. La variedad que se utilizó fue maíz criollo y la semilla que se utilizó presentó un porcentaje de germinación del 98 %.

La preparación del suelo se realizó según las normas del instructivo técnico: roturación, mullido, cruce, mullido y surcado; todo con tracción animal excepto la rotura que se realizó de forma mecanizada. A los 30 días, se realizó un aporque entre surco, con tracción animal. La fertilización se realizó con formula completa (9-13-17) en la siembra y una segunda aplicación a los 30 días con urea (46 % de N), coincidiendo con la labor de aporque.

Durante la fase vegetativa de maíz se realizaron dos aplicaciones de FitoMas-E a razón de 1,5 litros por hectárea, la primera a los 15 días después de la germinación (ddg) y la segunda 15 días después de la primera.

2.3. Determinación de los parámetros morfoproductivos del maíz en las diferentes densidades de siembra usados en el municipio de Cabaiguán.

Para la determinación de los parámetros morfoproductivos se utilizó los criterios del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988). Las mediciones del estado vegetativo se realizaron con una frecuencia quincenal.

2.3.1. Altura de planta. Esta variable se midió con la ayuda de un centímetro desde la base de la planta hasta el punto de inserción de la hoja bandera.

2.3.2. Largo y ancho de las hojas. Estas variables se midieron con un centímetro.

2.3.3. Número de hojas. Se tomó desde la primera hoja hasta la hoja bandera.

2.3.4. Grosor del tallo. Para esta variable se utilizó el Pie de Rey y se realizó en la base del tallo.

2.3.5. Número de hileras de granos por mazorca. Se contó el número de hileras por mazorca.

2.3.6. Número de granos por hilera. Se contó el número de granos por hilera y se determinó el promedio de granos por hilera por mazorca.

2.3.7. Número de granos por mazorca. El producto de números de hileras por mazorca por el número de granos por hilera, generó el número total de granos por mazorca.

2.3.8. Área foliar

El Área Foliar (AF) se determinó por el método del factor, este método se basa en la medición de la longitud y ancho del limbo de la hoja y la relación matemática entre el área real y el producto del largo por ancho de dicha hoja. Se requiere conocer o determinar el coeficiente de área foliar para poder usarlo.

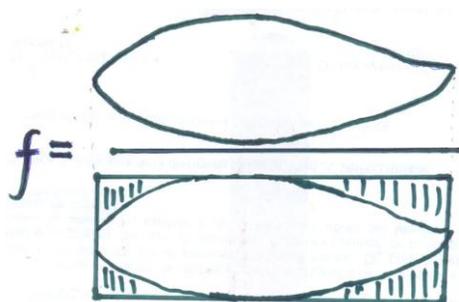
$$At = \Sigma (l a) f \qquad f = \frac{Ah}{l.a}$$

Ah: Área de la hoja

l: Largo del limbo de la hoja

a: Ancho del limbo de la hoja en la zona más ancha (centro)

f: Coeficiente de área foliar (factor)



2.4. Análisis estadístico.

Con los datos obtenidos de las variables antes mencionadas se realizó un ANOVA simple, para lo cual se empleó el paquete estadístico SPSS – versión 20 para Windows. Los valores fueron comparados por la prueba de Tukey para $P \leq 0,05$.

CAPITULO III: Resultados y discusión

3.1. Altura de las plantas

La altura de las plantas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos a los 15 y 30 ddg (Figura 1). A los 45 ddg el de mayor altura y con diferencias con el resto de los tratamientos fue el C (0,90 x 0,45 x 0,30), el cual superó en 1,07 y 1,10 veces respectivamente a los tratamientos B y A. Por su parte no existieron diferencias entre el A (0,90 x 0,50) y el B (0,90 x 0,30). Estos resultados se deben a que la densidad de plantas por hectárea es mayor en C si lo comparamos con los otros tratamientos (A y B), lo que existió un mayor grado de auto sombreado que facilitó una acción más efectiva de las auxinas y por tanto un mayor crecimiento. Estos resultados coinciden con Sánchez *et al.* (2011) al informar que la mayor altura de las plantas se alcanzaron en distancias de siembra que propician las mayores densidades por hectáreas, similares al tratamiento C.

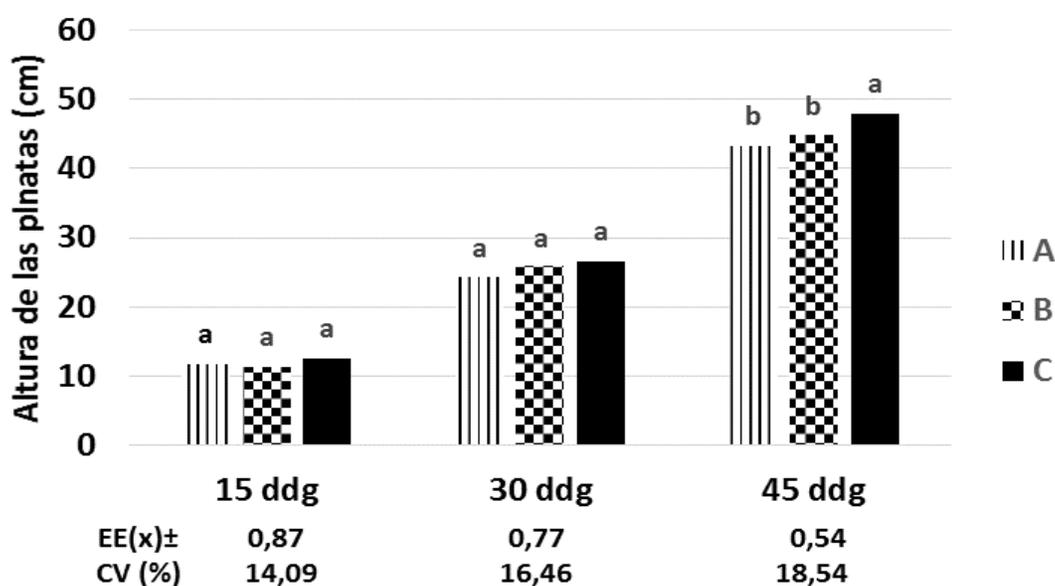


Figura 1. Altura de las plantas a los 15, 30 y 45 ddg

3.2. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo mostró un comportamiento contrario a la altura de las plantas ya que las plantas que mostraron mayor tamaño fueron las de menor diámetro del tallo. En la Figura 2 se muestra que a los 15 y 30 ddg no hubo diferencias entre los tratamientos, mientras que a los 45 ddg los tratamientos A y B presentaron los mayores valores y sin diferencias entre ellos, por su parte el C fue en que alcanzó el menor diámetro y con diferencias con los dos anteriores tratamientos.

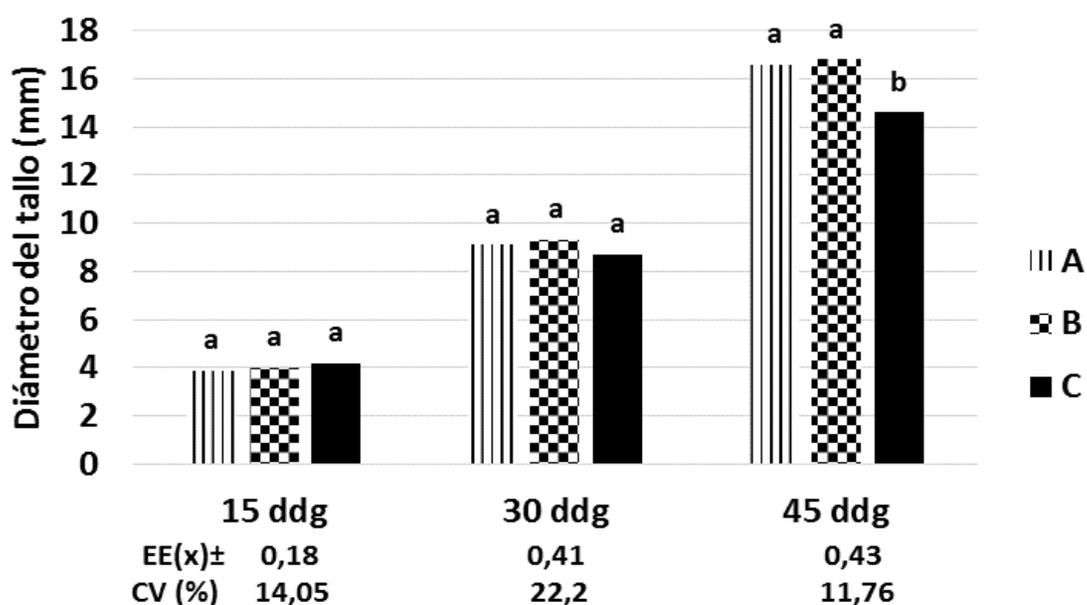


Figura 2. Diámetro de los tallos de las plantas a los 15, 30 y 45 ddg

Es válido señalar que no se encontró literatura respecto al parámetro anteriormente analizado.

3.3. Número de hojas

El número de hojas estuvo favorecida en la variante B durante todos los muestreos y con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos excepto a los 15 ddg que no hubo diferencias estadísticas (Tabla 4). Como se puede observar la variante B facilitó un mejor desarrollo foliar dado en un mayor número de hojas. Es precisamente este marco de siembra el recomendado en los instructivos para el maíz en las condiciones de Cuba.

Tabla 4. Número de hojas por plantas a los 15, 30 y 45 ddg

Tratamientos	Número de hojas por plantas		
	15 ddg	30 ddg	45 ddg
A	4,90a	9,40b	16,80b
B	5,30a	11,30a	18,20a
C	5,10a	9,03b	16,40b
CV (%)	14,00	14,4	10,58
EE(x)±	0,12	0,40	0,34

Letras minúsculas desiguales en las columnas para las medias difieren para $P \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey

3.4. Área foliar

El área foliar a los 15 ddg mostró que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio (Tabla 5), aunque sí se pudo observar como el tratamiento de 0,90 x 0,30 alcanzó el mayor valor numérico. A los 30 ddg la variante B igualmente fue el de mayor área foliar pero con diferencias estadísticas con resto de los tratamientos, superando en 1,01 y 1,12 veces al A y C respectivamente. Por su parte a los 45 ddg existieron diferencias entre todos los tratamientos estudiados y donde al igual que en los muestreos anteriores el tratamiento B (0,90 x 0,30) fue en que obtuvo el mayor área foliar, el cual superó

en 1,05 y 1,12 veces al A y C respectivamente. El tratamiento C (0,90 x 0,45 x 0,30) fue el que presentó la menor área foliar lo cual pudo estar dado por que esta distancia de siembra posee una mayor densidad poblacional, por lo que las plantas presentan un menor desarrollo de sus hojas.

Tabla 5. Área foliar

Tratamientos	AF (cm ²)		
	15 ddg	30 ddg	45 ddg
A	1575,34a	5976,25b	9150,50 b
B	1640,40a	6085,36a	9670,00 a
C	1597,10a	5926,10b	8600,35 c
CV (%)	18,25	14,54	12,68
EE(x)±	0,65	0,74	0,70

Letras minúsculas desiguales en las columnas para las medias difieren para $P \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey

Al comparar el área foliar con lo descrito por otros autores en la bibliografía se puede afirmar que los resultados antes expuestos coinciden con lo informado por Sánchez *et al.* (2011), al destacar que las mayores densidad de plantas por hectáreas fue el tratamiento que alcanza la menor área foliar.

3.5. Variables agroproductivas

Al estudiar el comportamiento de las variables agroproductivas en las diferentes distancias de siembras se pudo comprobar que el número de hileras por mazorcas estuvo favorecido en los tratamientos B y C sin diferencias estadísticas (Tabla 6). Mientras que el número de granos por hileras la variante más favorecida fue solo el B con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos. Los granos totales por mazorca presentaron un comportamiento similar a la variable antes analizada donde el tratamiento B (0,90 x 0,30) fue el que presentó un mejor resultado. La masa de 100 granos no mostró diferencias entre los tratamientos en

estudio, por lo que se puede afirmar que la variación de las distancias de siembra no tuvo influencia en masa de las semillas.

Tabla 6. Variables agroproductivas

Tratamientos	Número de hileras	Número de granos/hileras	Granos totales/mazorca	Masa de 100 granos (kg)
A	14,25b	27,87b	400,68b	0,028b
B	16,75a	36,75a	600,00a	0,027b
C	16,00a	27,25b	532,00b	0,026b
CV (%)	12,13	8,59	14,59	8,21
EE(x)±	0,39	0,63	0,95	0,48

Letras minúsculas desiguales en las columnas para las medias difieren para $P \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey

3.6. Rendimiento

Al analizar el rendimiento (Figura 3), se comprobó que el tratamiento C (0,90 x 0,45 x 0,30) a pesar de que no fue la variante con mejor resultado en las variables antes analizadas como diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, granos por hilera y masa de 100 granos, fue el de mayor rendimiento con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos; por lo que este resultado estuvo dado por el número total de plantas por hectárea las que superaron las 65 000 plantas. El tratamiento A, a pesar de que superó en unas 7400 plantas al tratamiento B este obtuvo menor rendimiento ya que al sembrar dos plantas por nido se favoreció la competencia de las plantas por el agua nutrientes y luz fundamentalmente.

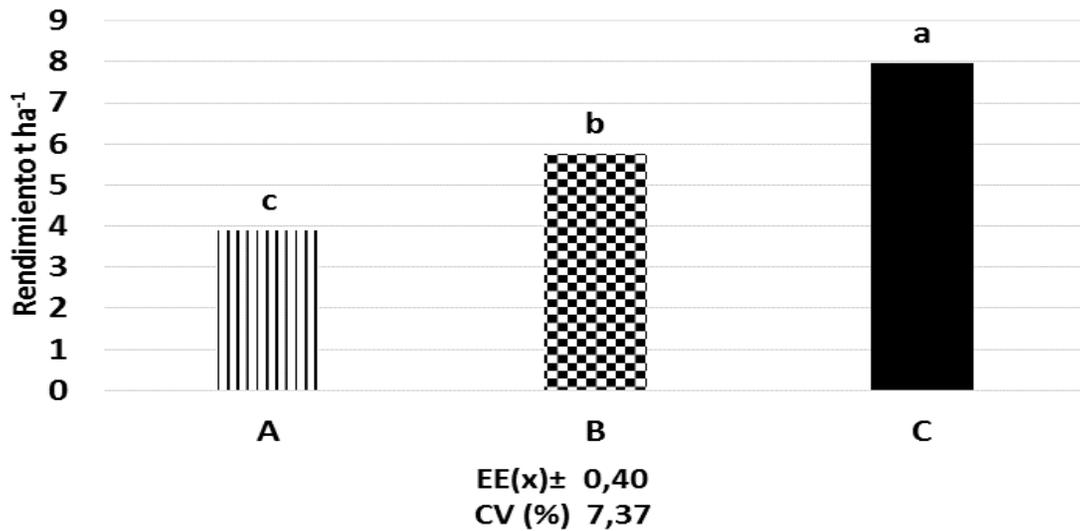


Figura 3. Rendimientos obtenidos en los tratamientos.

Estos resultados coinciden con Mensegue *et al.* (2013), al estudiar diferentes densidades de siembra en el maíz, los autores llegaron a la conclusión que los mayores rendimientos en su investigación se obtuvieron en densidades entre las 70 000 y 80 000 plantas por hectáreas al igual que en el presente trabajo donde el tratamiento con mayor número de plantas por hectáreas fue el que obtuvo mayor rendimiento.

Conclusiones

1. El mayor rendimiento obtenido en el maíz bajo las condiciones agroclimáticas del municipio de Cabaiguán fue en la distancia de siembra de 0,90 x 0,45 x 0,30 con 7,98 t ha⁻¹.
2. La distancia de siembra 0,90 x 0,30 mostró los mejores comportamientos en las variables morfoagronómicas.

Recomendaciones

Utilizar la distancia de siembra de 0,90 x 0,45 x 0,30 m para las siembras de maíz en el municipio de Cabaiguán.

Generalizar los resultados de este estudio en otros productores de maíz en la provincia de Santi Spíritus.

BIBLIOGRAFÍAS

- ACOSTA, R. *El cultivo del maíz, su origen y clasificación* [en línea]. -, 17 junio 2009 [Consulta: 18 junio 2014].
- ACOSTA, R. y RÍOS, H. *OBTENCIÓN DE POBLACIONES DE MAÍZ* [en línea]. Mayabeque, 22 septiembre 2015 [Consulta: 18 abril 2016].
- ASTURIAS, M. A. *Maíz, de alimento sagrado a negocio del hambre* [en línea]. -, 29 octubre 2014 [Consulta: 08 octubre 2015].
- BONILLA, N. *El cultivo del maíz* [en línea]. -, 08 julio 2009 [Consulta: 25 septiembre 2015].
- BOLAÑOS, J. y BARRETO, H. *Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de* [en línea]. -, 19 febrero 1991 [Consulta: 14 abril 2016].
- BOLAÑOS, J. y BARRETO, H. *Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de maíz de 1990* [en línea]. -, 24 septiembre 1991 [Consulta: 07 mayo 2016].
- BOLAÑOS, J. y EDMEADES, G. *Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize* [en línea]. -, 14 diciembre 1993 [Consulta: 07 mayo 2016].
- BRANDOLNI, A. *El maíz en Italia: Historia natural y agrícola* [en línea]. -, 21 junio 2006 [Consulta: 18 junio 2014]. -.
- CIRILO, A. G. *Manejo de la Densidad y* [en línea]. Buenos Aires, 24 agosto 2008 [Consulta: 05 marzo 2016].
- CIMMYT. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un Manual metodológico de evaluación económica*. CIMMYT. 15 abril 1988. [Consulta: 07 mayo 2016].
- CORTEZ, E. *Jornada de manejo sustentable del cultivo de maíz* [en línea]. Sinaloa Mexico, 21 julio 2011 [Consulta: 08 mayo 2016].
- CORTEZ, M. *El maíz en México y en el mundo. Instituto Nacional de Ecología* [en línea]. Dirección de Economía Ambiental. México, 22 septiembre 2008 [Consulta: 08 mayo 2016].
- CRUZ, O. *EL CULTIVO DE MAIZ* [en línea]. Tegucigalpa, M. D. C. Honduras, C. A, 19 julio 2013 [Consulta: 07 mayo 2016].
- DERAS, H. *Guía Técnica. El Cultivo de Maíz* [en línea]. -, 12 marzo 2009 [Consulta: 19 agosto 2015].
- FAO. *Producción Mundial de maíz 2006* [en línea]. -, 13 junio 2006 [Consulta: 18 junio 2014].
- FRANCIS, C.; TEMPLE, S. y FLOR, C. *Adapting varieties for intercropped systems in the tropics: Multiple Cropping* [en línea]. -, 08 mayo 2006 [Consulta: 07 mayo 2016].
- FUENTES, M. R. *EL CULTIVO DEL MAIZ EN GUATEMALA* [en línea]. Guatemala, 19 junio 2002 [Consulta: 05 marzo 2016].
- FUNES, F. *El Cultivo del Maíz* [en línea]. -, 28 noviembre 2008 [Consulta: 07 mayo 2016].

- GARCÍA, M. T. *Uso racional de insecticida químico y el policultivo maíz-calabaza en el control de Spodoptera frugiperda (J.E.Smith)* [en línea]. Cuba, 19 marzo 2009 [Consulta: 19 agosto 2015].
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.; RUIZ, J.; JAIMEZ, E.; MARSÁN, R.; OBREGÓN, A.; TORRES, J.; GONZÁLEZ, J. E.; ORELLANA, ROSA.; PANEQUE, J. y MESA, A. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. 2da ed. Ciudad de La Habana: AGRINFON Ministerio de la Agricultura, 2015. p. 64. ISBN 959-246-022-1
- INFOAGRO, -. *EL CULTIVO DEL MAÍZ* [en línea]. -, 12 junio 2013 [Consulta: 14 abril 2016].
- LAFITTE, H. R. *IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ TROPICAL* [en línea]. México, 23 julio 1993 [Consulta: 08 mayo 2016].
- MARTIN, G. O. H. y LIENDO, R. *Cultivo del Maíz* [en línea]. -, 17 junio 2004 [Consulta: 05 marzo 2016].
- ORGANIZATION (FAO). FOOD Y AGRICULTURE *Informes de organizaciones internacionales sobre sus políticas, programas y actividades en relación con la diversidad biológica agrícola*. México, 19 mayo 2002. p 13. [Consulta: 08 mayo 2016].
- ORTAS, L. *EL CULTIVO DEL MAÍZ: FISIOLÓGIA Y ASPECTOS* [en línea]. -, 30 abril 2008 [Consulta: 08 mayo 2016].
- ONE, -. *Medio Ambiente en Cifras* [en línea]. Oficina Nacional de Estadísticas, 02 marzo 2013 [Consulta: 07 mayo 2016].
- PATERNIANI, *Evolución del maíz* [en línea]. -, 20 julio 2000 [Consulta: 05 marzo 2016].
- PÉREZ, F.; ASPILLAGA, J.; URRRA, P.; DANTY, J. y ECHAVARRI, V. *Especificaciones técnicas de buenas prácticas agrícolas. Cultivo de maíz*. República de Chile: Misterio de la Agricultura, 2008.
- RICCELLI, M. *Mejoramiento Genético y Biotecnología, Introducción a la Genética del Maíz* [en línea]. -, 21 junio 2000 [Consulta: 18 junio 2014].
- RUÍZ, C.; COTRINA, J. y DE, J. *Manejo tecnificado del cultivo del maíz en la sierra* [en línea]. -, 27 octubre 2011 [Consulta: 18 abril 2016].
- SILVA, C. *Maíz genéticamente modificado* [en línea]. -, 07 octubre 2015 [Consulta: 08 octubre 2015].
- SOCORRO M. A. y MARTIN D. S. 1998. *Granos. 2da Edición*. Editorial Pueblo y Educación. 318 pp.
- VÁZQUEZ, L. *Una visión entomológica de la introducción del maíz transgénico* [en línea]. Habana Cuba, 27 octubre 2010 [Consulta: 07 mayo 2016].
- WASDE, P. *Maíz: producción, precios y comercio exterior* [en línea]. EE.UU, 11 junio 2014 [Consulta: 07 mayo 2016].