



**TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

Evaluación de la adaptabilidad de la variedad de
maíz (*Zea mays* L.), H-Ame 15 en las
condiciones de suelo y clima de la Empresa
Agropecuaria Horquita

AUTOR: Yaima Dita Jiménez

TUTOR: Reinaldo Pérez Armas

septiembre, 2024

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento morfoagronómico y el rendimiento de la variedad de maíz H-Ame 15 en las condiciones edafoclimáticas de la Empresa Agropecuaria Horquita se llevó a cabo una investigación experimental en la Finca La Prosperidad durante dos campañas de siembra: frío y primavera, en el periodo comprendido de de enero 2022 a junio 2024. Se tomó el cuadrante IV de la máquina M 2 y se establecieron 5 parcelas de 60 m² (10 m de largo por 6 de ancho), una en cada tramo de máquina de riego para las evaluaciones de las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo. Se caracterizó el área de estudio en sus componentes principales: Suelo, clima, cultivo y sistema de riego. Se evaluó el comportamiento morfoagronómico del cultivo considerando su interacción con los componentes de suelo, clima, agrotecnia y sistema de riego y se determinó el rendimiento del cultivo en cada parcela en ambas campañas de siembra. Como resultados principales del trabajo se obtuvo que las características del suelo, clima y del sistema de riego son las óptimas para el establecimiento del cultivo del maíz en la zona, el comportamiento morfoagronómico de la variedad de maíz H-Ame 15 mostró una adaptabilidad total a las condiciones edafoclimáticas de la finca la prosperidad y que la variedad H-Ame 15 el cultivo del maíz, alcanzó indicadores de rendimientos superiores a 10 t.ha⁻¹ con la época de frío con el mejor comportamiento

Palabras clave

H-Ame 15, híbrido, Maíz, rendimiento,

SUMMARY

With the objective of evaluating the morph agronomic behavior and performance of the H-Ame 15 corn variety in the edaphoclimatic conditions of the Horquita Agricultural Company, an experimental investigation was carried out at the La Prosperidad Farm during two sowing campaigns: cold and spring, in the period from January 2022 to June 2024. Quadrant IV of the M 2 machine was taken and 5 plots of 60 m² (10 m long by 6 wide) were established, one in each section of the irrigation machine. for the evaluations of the growth, development and yield variables of the crop. The study area was characterized in its main components: Soil, climate, cultivation and irrigation system. The morph agronomic behavior of the crop was evaluated considering its interaction with the components of soil, climate, agrotechnics and irrigation system and the crop yield was determined in each plot in both planting campaigns. As the main results of the work, it was obtained that the characteristics of the soil, climate and irrigation system are optimal for the establishment of corn cultivation in the area, the morph agronomic behavior of the H-Ame 15 corn variety showed total adaptability to the edaphoclimatic conditions of the farm, the prosperity and that the H-Ame 15 variety, the cultivation of corn, reached yield indicators greater than 10 t.ha⁻¹ with the cold season with the best performance

Key words

H-Ame 15, Hybrid, corn, performance

Contenido

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFFICA	4
1.1. El Cultivo del maíz.....	4
1.1.1. Origen, diseminación e importancia.	4
1.1.2 El suelo para el establecimiento del cultivo del maíz	5
1.1.3. Necesidades hídricas del maíz	5
1.2. Características de la planta de maíz.....	7
1.2.1 Taxonomía	10
1.2.2. Variedades de maíz.....	12
1.2.3. Semillas híbridas de maíz	14
1.3. Componentes de producción y rendimiento cultivo del maíz.....	14
1.3.1. Producción de maíz	14
1.3.2. Factores que influyen en la producción y el rendimiento	15
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
2.1. Caracterización de la finca “La Prosperidad” de la Empresa Agropecuaria Horquita	18
2.2. Comportamiento morfoagronómico del cultivo del Maíz, variedad H-Ame 15, en la zona de estudio durante dos campañas (primavera y frío)	19
2.3. Respuesta productiva del cultivo del maíz, variedad H-Ame 15 en las condiciones edafoclimáticas de la finca La Prosperidad	20
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1. Caracterización de la finca “La Prosperidad”	22
3.2. Comportamiento morfoagronómico de la variedad de Maíz H-Ame 15	25
3.3. Respuesta productiva del cultivo del maíz, variedad H-Ame 15 en las condiciones edafoclimáticas de la finca La Prosperidad	27
CONCLUSIONES.....	33
RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35

INTRODUCCION

El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. Hoy no hay dudas del origen americano del maíz, pero nunca fue mencionado en ningún tratado antiguo, ni en la Biblia, hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colón, quien lo vio por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492 (CIMMYT, 2006).

El maíz (*Zea mays*) ocupa el segundo lugar en producción agrícola a escala mundial, después de la caña de azúcar, y ocupará el primero para 2025 según las predicciones de Rosegrant *et al.* (2008). La producción mundial de la gramínea fue de 1038 millones de toneladas superando los 967 millones de toneladas estimados para ese año.

Entre las plantas cultivadas actualmente, el maíz, por su producción a nivel mundial, ha superado al trigo y al arroz (Muñoz, 2003); se cultivan aproximadamente 140 millones de hectáreas, siendo Estados Unidos, China y Brasil los principales productores (Taba *et al.*, 2004).

Es la planta cultivada más estudiada por el hombre, la de mayor diversidad, no sólo genética, sino también de usos. El maíz ha evolucionado por selección natural, por la selección dirigida por los agricultores-mejoradores durante miles de años y por los mejoradores profesionales en los últimos 150 años. México es el centro primario de diversidad genética y la Zona Andina el secundario, donde el cultivo del maíz ha tenido una rápida evolución (Wilkes, 1988).

En nuestro país el maíz se cultiva desde la época de los aborígenes y constituye un alimento básico en la alimentación humana, del ganado y las aves (Socorro, 1989). En el 2006, en Cuba se cosecharon 122,160 miles de hectáreas (Mha) de maíz, de ellas, al sector estatal correspondieron 8,919 Mha y al no estatal 113,241 Mha; con una producción de 305,400 miles de toneladas (Mt) de maíz tierno, siendo en el sector estatal de 19,978 Mt y en el no estatal de 285,422 Mt. El rendimiento del maíz fue de 2,50 toneladas por hectárea ($t \cdot ha^{-1}$) siendo en el sector estatal de $2,24 t \cdot ha^{-1}$ y en el sector no estatal de $2,52 t \cdot ha^{-1}$ (ONEI, 2009).

La variabilidad morfoagronómica del maíz ha sido ampliamente estudiada en Cuba (Fernández, 2009); no obstante, dado la condición alógama del maíz, es inevitable que se produzcan de manera natural hibridaciones o mezclas, ya que muchos agricultores mantienen en sus sistemas tradicionales más de una accesión, lo que provoca la creación de nueva diversidad con adaptación a condiciones específicas. Dada esta problemática se hacen necesarias las prospecciones y la evaluación periódica de la variabilidad generada.

El uso de híbridos simples de maíz es una de las principales estrategias para el incremento del rendimiento. En Cuba la producción nacional se sustenta principalmente, con el uso de variedades convencionales caracterizadas por la alta tolerancia a plagas y enfermedades, por su origen filogenético proveniente principalmente de razas caribeñas, bien adaptadas a las condiciones tropicales del país. (Téllez *et al.*, 2021)

A pesar de ello su contribución a la producción de maíz seco en Cuba es bajo, con un promedio de 1,93 t ha⁻¹. El Ministerio de la Agricultura también ha incluido en su Lista Oficial de Variedades algunos híbridos de maíz simples y dobles con gran potencial, entre ellos T-991, T-3236 y T-444; sin embargo, su uso no se ha extendido en el país a causa de dificultades técnicas propias del manejo del cultivo y empeoradas por el proceso de generación de la semilla híbrida. La producción de un híbrido transgénico de buen potencial con propiedades que faciliten el manejo en campo, es una alternativa para el cultivo de maíz en Cuba.

Esta posibilidad incentiva la necesaria estrategia de establecer un sistema para generar semilla de alto valor genético, con la calidad requerida para estimular la producción de maíz.

Problema Científico

Se desconoce el comportamiento de la variedad de maíz híbrido H-Ame 15 en las condiciones de suelo y clima de la Empresa Agropecuaria Horquita

Hipótesis

Si se evalúa el comportamiento morfoagronómico de la variedad de maíz H-Ame 15 se podrá determinar la respuesta productiva a las condiciones edafoclimáticas de la Empresa Agropecuaria Horquita

Objetivo general

Evaluar el comportamiento morfoagronómico y el rendimiento de la variedad de maíz H-Ame 15 en las condiciones edafoclimáticas de la Empresa Agropecuaria Horquita

Objetivos específicos

1. Caracterizar el suelo, clima y sistema de riego para el establecimiento del cultivo del maíz
2. Describir el comportamiento morfoagronómico de la variedad de maíz H-Ame 15
3. Evaluar la respuesta productiva del cultivo del maíz, variedad H-Ame 15 en las condiciones edafoclimáticas de la finca La Prosperidad

CAPITULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFFICA

1.1. El Cultivo del maíz

El maíz es la planta más estudiada por el hombre, la de mayor diversidad, no sólo genética, sino también de usos. Este cereal ha evolucionado por selección natural, por la realizada por los agricultores-mejoradores durante miles de años y por los mejoradores profesionales en los últimos 150 años (Muñoz, 2003).

1.1.1. Origen, diseminación e importancia.

El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. Hoy no hay dudas del origen americano del maíz, pero nunca fue mencionado en ningún tratado antiguo, ni en la Biblia, hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colón, quien lo vio por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492 (Acosta, 2009).

El maíz surgió aproximadamente entre los años 8 000 y 600 AC en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México (3). El ecosistema que dio lugar al maíz era de invierno –seco estacional en alternancia con las lluvias de verano– y en una región montañosa, de cuevas empinadas y sobre roca caliza. Las propiedades anteriores también describen el área mayor ocupada por el género *Tripsacum*. Las tres vistas ampliamente sostenidas acerca del origen de maíz explican que provenía de: 1) una forma de maíz silvestre, 2) un teocintle silvestre, 3) un antepasado desconocido (ni maíz silvestre ni teocintle). Cada teoría deduce su evidencia apoyándose en diferentes campos de investigación, desde la arqueología, los análisis bioquímicos, isoenzimáticos y moleculares, así como los citogenéticos, morfológicos y taxonómicos. Durante los años 70, la idea más aceptada era la del maíz silvestre como ancestro de la forma doméstica. Sin embargo, en los años 80 la teoría más sostenida en este sentido es la del teocintle como progenitor del maíz. En la actualidad, aún el origen del maíz no se encuentra dilucidado y existen amplias investigaciones en este sentido.

1.1.2 El suelo para el establecimiento del cultivo del maíz

El cultivo del maíz requiere suelos con buen drenaje, profundos, de textura media, sin exceso de calcio y con un pH entre 6 y 7. No le son favorables los suelos arenosos ni arcillosos. El contenido de humedad del suelo debe estar entre el 70 y 75 % de la capacidad de campo.

En los trópicos es cultivado en una gran diversidad de ambientes, mucho mayor que en las zonas templadas. Los sistemas de cultivo del maíz incluyen una amplia variedad de métodos de manejo agrícola, desde sistemas de monocultivo altamente intensivos, mecanizados y con altos niveles de insumos hasta los sistemas de subsistencia en pequeñas parcelas con bajos niveles de insumos, cultivado en asociación u otras formas, con otros cultivos y usando solo trabajo manual. Por lo tanto, las variedades de maíz que se usan en los trópicos, varían desde variedades con un alto desarrollo tecnológico, como híbridos simples, hasta variedades de polinización abierta o variedades de los agricultores y variedades primitivas

1.1.3. Necesidades hídricas del maíz

Se entiende por necesidades hídricas de un cultivo “al volumen de agua requerido para el proceso de evapotranspiración, desde la fecha de la siembra o plantación hasta el día de la recolección, cuando el contenido de agua en el suelo es mantenido suficientemente por las precipitaciones y/o riego, de tal forma, que el agua no limita el crecimiento de las plantas o el rendimiento de los cultivos”.

Por tanto, se puede aceptar que la evapotranspiración de un cultivo determinado representa sus necesidades hídricas, la cual según Montero (2000) se define como “la pérdida total de agua de una cubierta vegetal en forma de vapor a través de la evaporación y transpiración durante un intervalo de tiempo dado” (Montero, 2000)

En la figura 1, se muestra el comportamiento de las ganancias y pérdidas del agua que se producen en el ambiente alrededor de una planta y dónde se evidencia la ocurrencia de los procesos de evaporación y de evapotranspiración

Desde los tiempos de Lamarck, se consideraba que toda modificación del medio ambiente produce cambios considerables en el desarrollo de los elementos de las plantas, suscitando la aparición y desarrollo de unas partes y el debilitamiento y hasta la desaparición de otras. Según el famoso naturalista esto ocurre debido al cambio en la nutrición en los procesos de absorción y secreción de sustancias, en la cantidad obtenida de calor, luz, humedad y otros factores del medio (IPCC, 2019).

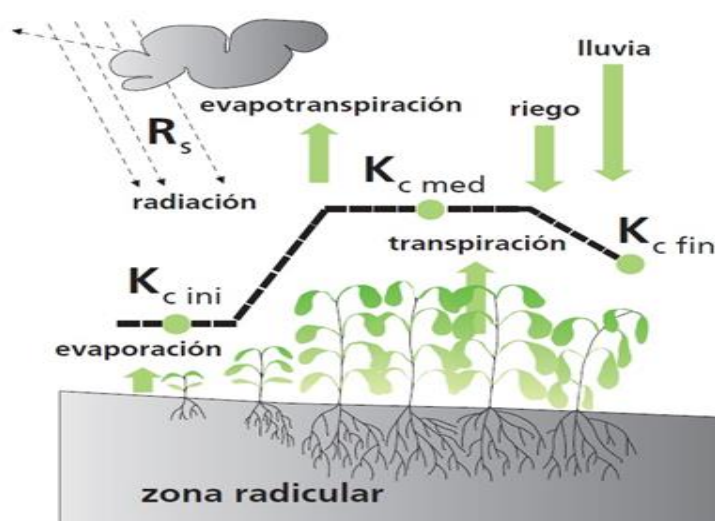


Fig.1: comportamiento de la evapotranspiración por fases de un cultivo.

Lo reflejado en esta figura, se refuerza con lo expresado por León *et al.*, (2022) en lo relativo a que el manejo racional de los factores climáticos es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todas las variables climatológicas, se encuentran estrechamente relacionadas y la actuación sobre una de estas, incide sobre el resto, así como, encuentra correspondencia con lo planteado por Altieri (2001), acerca de optimizar el uso de los recursos locales disponibles, combinando los diferentes componentes del agroecosistema, entre los que se encuentran el suelo y el clima; todo lo referido, permite afirmar que, la sostenibilidad de la producción agrícola, depende, no sólo de la existencia de una biodiversidad en los ecosistemas agrícolas, sino también del comportamiento de los factores climáticos.

1.2. Características de la planta de maíz

La planta de maíz es anual, comúnmente con un ciclo de vida de 110 a 150 días en dependencia de la variedad y época. Según Smith y Paliwal (1996), el ciclo del cultivo puede variar entre dos y tres meses, como en el caso de los maíces cultivados para el uso de las mazorcas verdes (tierno) y de las variedades extra-precoces a casi 14 meses, como en el caso de algunas variedades extra-tardías de las tierras altas.

El tallo puede alcanzar desde 1 m hasta 5 m, las raíces penetran hasta 2 m de profundidad y se extiende hasta cubrir la superficie de un círculo de 1,2 m de radio.

El maíz es una planta monoica, con flores masculinas y femeninas separadas, de polinización cruzada.

Es un cultivo muy exigente en cuanto a la intensidad de la luz. El agua no debe escasear, sobre todo en los períodos de germinación, floración y llenado del grano.

En la planta de maíz se desarrollan 3 tipos de raíces:

- Raíces seminales, presentes en el embrión de la semilla y emitidas desde ella.

Alimentan a la planta hasta el estado de 5-6 hojas en conjunto con las reservas de la semilla. Posteriormente van perdiendo su funcionalidad y se ven reemplazadas por las raíces adventicias.

- Raíces adventicias, verdadero sistema radicular que sustenta a la planta durante la mayor parte de su ciclo vegetativo. El sistema de aparición de las raíces adventicias está relacionado con el desarrollo de las hojas. El crecimiento radicular es débil al principio del período vegetativo, desarrollándose básicamente en las capas superiores del suelo y, posteriormente, creciendo en profundidad, sobre todo entre la formación del tallo y floración. Después de la floración, el crecimiento de las raíces adventicias es muy escaso, habiéndose alcanzado el máximo desarrollo.

- Raíces de anclaje, que aparecen sobre nudos aéreos en la base del tallo a partir del estado de 4 hojas, adoptando la forma de corona.

El crecimiento de raíces también está influenciado por la temperatura. Por debajo de 10 °C el crecimiento es muy débil, y alcanzará valores máximos con temperaturas en torno a 30 °C.

La producción de materia seca por la planta de maíz es débil hasta el comienzo de la elongación del tallo. A partir de ese estado hay un incremento del peso seco de la

planta, que se prolonga hasta poco después de la floración femenina, momento en el cual los órganos vegetativos aéreos alcanzan el máximo peso seco.

Durante la fase vegetativa se forma la yema apical, nudos, entrenudos, hojas y yemas axilares, las cuales evolucionarán de forma diferente según la posición de la planta. Las yemas axilares situadas en la base del tallo, cuando se desarrollan, dan lugar a tallos hijos (hijuelos, chupones).

Las yemas axilares situadas en la zona media del tallo evolucionan para formar espigas (mazorcas). Pueden ser 4 ó 5 sobre cada planta, pero en condiciones normales de cultivo sólo una o dos terminarán su evolución dando lugar a una o dos mazorcas.

Durante la fase elongación del tallo-aparición de sedas (estilos) hay una relación estrecha entre clima y rendimiento. Para alcanzar un rendimiento normal las temperaturas deben de oscilar alrededor de los 24 °C (óptima entre 21 y 28 °C).

Durante dicho periodo las necesidades hídricas de la planta son altas, por lo que un déficit hídrico en esta fase puede causar pérdidas importantes de rendimiento. Por eso es importante que en esta fase el maíz tenga a su disposición las necesidades hídricas y minerales que necesita. Asimismo, se insiste en la necesidad de que con los riegos que se efectúen no se produzcan encharcamientos prolongados.

La formación de la panícula (flor masculina) tiene lugar en la yema terminal, en la extremidad del tallo. La floración masculina puede durar de 5 a 10 días, en función de la variedad y condiciones del medio.

La floración femenina se inicia cuando las primeras sedas o estilos son visibles al exterior de las espigas. Se produce unos 5-8 días después de la floración masculina (según los ciclos).

Durante la floración (cuando la panoja está emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos), tanto una limitación de agua (dos o tres semanas antes y después de ella) como de elementos fertilizantes (sobre todo nitrógeno), tendrán efectos negativos sobre el rendimiento final. Temperaturas altas (normalmente mayores de 35 °C) durante la aparición de panículas y polinización pueden producir aborto de granos.

Una vez que concluye la fecundación (los estilos de la mazorca, sedas, cambian a color castaño), tras un periodo de letargo (de 2 a 3 semanas) variable según variedades y medio, el ritmo de formación de materia seca aumenta de nuevo, sobre todo en el grano (se incrementa la materia seca del grano).

Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño.

Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia lechosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.

La fase de llenado del grano se caracteriza por una disminución en el peso de tallos y hojas, y por un incremento rápido del peso seco del grano. Esto indica que una parte de la materia seca del grano (10 %) procede de la transferencia de órganos vegetativos (reservas), aunque la mayor parte de la materia seca del grano (90 %) procede directamente de la fotosíntesis (de las hojas activas) durante el periodo de llenado. Estos asimilados (sustancias ricas en azúcares) llegan al grano en forma de compuestos solubles en agua, desde la base del mismo a la extremidad distal. Esta acumulación comienza en el ápice del grano y progresa hacia su base, donde se encuentran los tejidos más húmedos.

La duración del periodo de formación del grano es aproximadamente de 50 días.

Durante el periodo de llenado del grano, éste va pasando por los siguientes estados (son indicativos):

- Estado lechoso (madurez lechosa): El grano adquiere su forma y dimensiones definitivas, es de color claro y su contenido es lechoso.
- Estado pastoso (madurez cerosa): El grano es aún amarillo pálido, se incide con la uña y su humedad es del 50-60 %. El contenido en materia seca de la planta es del 25 %, manteniéndose aún verdes las hojas y el tallo.
- Estado pastoso-duro (madurez cerosa avanzada): El grano adquiere una coloración más amarillenta, comienza a endurecerse, pero todavía se ralla con

la uña. Su humedad es del 45-50 %. El contenido en materia seca de la planta es del 30 %, comenzando a secarse las hojas y el tallo.

- Estado vítreo (madurez vítrea): El color del grano es amarillo, su dureza es alta (no se ralla con la uña) y su contenido en humedad es inferior al 40 %. El contenido en materia seca de la planta es del 35 %. Las hojas por debajo de la mazorca y el tallo están completamente secas.
- Madurez completa (madurez fisiológica): El grano tiene un color amarillo intenso y una consistencia dura, su humedad es inferior al 35 %. La materia seca de la planta es superior al 45 %, estando ya la planta completamente seca.

La madurez del grano de maíz se alcanza cuando cesan las transferencias de asimilados. En este momento las células de las placas nutricias se mueren. Los compuestos que ellas contienen se oxidan y se oscurecen para formar el —punto negroll (black layer). En ese momento los granos han alcanzado su peso definitivo y a partir de entonces perderán humedad. Se dice que se ha alcanzado la madurez fisiológica (porcentaje de humedad del grano aproximadamente 35 %).

1.2.1 Taxonomía

De acuerdo con la clasificación efectuada por OECD (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo), en la clasificación para el maíz del hemisferio occidental (11), los géneros *Zea* y *Tripsacum* son incluidos en la Tribu Maydeae (Tabla I). El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género.

Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas teocintle y las del género *Tripsacum*, conocidas como arrocillo o maicillo, son formas salvajes parientes de *Zea mays*. Son clasificadas como del Nuevo Mundo, porque su centro de origen está en América. En un primer momento, los taxónomos clasificaron los géneros *Zea* y *Euchlaena* -al cual pertenecía el teocintle- como dos separados. Actualmente, en base a la compatibilidad para la hibridación entre esos grupos de plantas y a estudios citogenéticos, es generalmente aceptado que ambas pertenecen al género *Zea*.

Familia: *Poaceae*

Subfamilia: *Panicoideae*

Tribu: *Maydeae*

Hemisferio Occidental:

Género *Zea*

Sección ZEA

Zea mays L. (maize)

Zea mays subsp. *mays* (L.) Iltis (maize, $2n=20$)

Zea mays subsp. *mexicana* (Schrader) Iltis (teocintle, $2n=20$)

race Nobogame

race Central Plateau

race Durango

race Chalco

Zea mays subsp. *parviglumis* Iltis and Doebley (teocintle, $2n=20$)

var. *parviglumis* Iltis and Doebley (=race Balsas)

var. *huehuetenangensis* Doebley (=race Huehuetenango)

SecciónG LUXURIANTES Doebley and Iltis

Zea diploperennis Iltis, Doebley and Guzman (perennial teocintle, $2n=20$)

Zea luxurians (Durieu) Bird (teocintle, $2n=20$)

Zea nicaraguensis ($2n=20?$)

Zea perennis (Hitchc.) Reeves and Mangelsdorf ($2n=40$)

Género *Tripsacum*

T. andersonii ($2n=64$)

T. australe ($2n=36$)

T. bravum (2n= 36, 72)
T. cundinamarce (2n= 36)
T. dactyloides (2n= 72)
T. floridanum (2n= 36)
T. intermedium (2n= 72)
T. manisuioides (2n= 72)
T. latifolium (2n= 36)
T. pereuvianum (2n= 72, 90, 108)
T. zopilotense (2n= 36, 72)
T. jalapense (2n= 72)
T. lanceolatum (2n= 72)
T. laxum (2n= 36?)
T. maizar (2n= 36, 72)
T. pilosum (2n= 72)

1.2.2. Variedades de maíz.

Todos los tipos de maíz pertenecen a la misma especie, pero el tamaño, la textura, la forma y el color de la mazorca y los granos, varían ampliamente de una raza a otra. Esta amplia diversidad es el resultado de siglos de selección, mutación e hibridación (Dowswell *et al.*, 1996). El desarrollo de las culturas de diferentes pueblos, sus migraciones, el descubrimiento del hemisferio oeste y el subsiguiente movimiento de los europeos, son también importantes factores en la creación de la diversidad del germoplasma de maíz.

La polinización cruzada, acompañada de continuos intercambios de genes entre poblaciones, y el movimiento de las personas han creado pools adicionales de genes (Fernández, 2009). Las selecciones subsiguientes, tanto la natural como la artificial, desarrollaron un germoplasma que es diferente en su genotipo y fenotipo del germoplasma paternal original.

La variabilidad genética presente dentro y entre poblaciones de maíz ha sido reconocida como una de las más abundantes del reino vegetal. Mucha de esta variabilidad se debe a caracteres de herencia simple que han sido identificados a través del tiempo y que controlan características fenotípicas fácilmente visibles tales como colores, formas y estructuras. Por ello, se realiza selección masal en aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte, para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten unas características determinadas de lo que se quiera conseguir como mejora de cultivo (Riccelli, 2000).

Bird (1980) establece la evolución del maíz, en un horizonte de 2 500 años, ligada a la historia cultural de Mesoamérica y Sudamérica, y propone la correlación de los estudios morfológicos y citogenéticos de las razas y complejos raciales del maíz con ciertos rasgos generales de las civilizaciones y grupos humanos en el continente, sin olvidar la compleja interacción de los primeros tipos de maíz y el teocinte en etapas tempranas de la diversificación de las razas, en las cuales podríamos suponer que la intervención humana fue menor.

Hatheway (1957) plantea la existencia en Cuba de siete razas de maíz, las cuales se diferencian y clasifican principalmente por los caracteres de la mazorca (longitud, diámetro, número de hileras, forma, número de granos, tipo de granos, etc.), las mismas son: Maíz Criollo, Tusón, Argentino, Canilla, Blanco Reventador, Amarillo Reventador y Blanco Dentado. Dicho autor indicó que cinco de ellas estaban relacionadas con los tipos encontrados en México.

Actualmente en Cuba las variedades criollas y foráneas se encuentran utilizadas principalmente por parte de los productores e incorporadas a programas de mejoramiento genético del cultivo, utilizándose principalmente métodos de mejoramiento como son la obtención de variedades sintéticas, híbridos, variedades de polinización abierta, etc., aunque últimamente se está utilizando la inducción de mutaciones y la transgénesis. De esta forma, se han obtenido variedades sintéticas y mejoradas mediante selección masal, así como híbridos dobles y triples.

1.2.3. Semillas híbridas de maíz

La semilla de maíz híbrido proporciona a los agricultores variedades que poseen características genéticas mejoradas, como el alto potencial de rendimiento y combinaciones de caracteres únicas para combatir las enfermedades y condiciones de cultivo adversas. Sin embargo, la calidad de la semilla híbrida depende fundamentalmente de los métodos de producción en campo que se utilicen, los cuales deben cumplir con normas que garanticen la calidad, y de la implementación de un manejo agronómico apropiado. Si bien la producción de semilla de variedades de maíz de polinización libre es relativamente sencilla, la producción de semilla híbrida requiere que se apliquen prácticas de campo adicionales que son esenciales para lograr una buena producción (Mac Robert, 2015)

En términos sencillos, un híbrido de maíz resulta cuando una planta de maíz fecunda a otra que genéticamente no está emparentada con la primera. La planta que produce la semilla se denomina progenitora hembra o de semilla, en tanto que la planta que proporciona el polen para fecundar a la hembra se denomina progenitor macho o de polen. En otras palabras, una planta hembra es cruzada con una planta macho a fin de producir semilla híbrida. Esta semilla posee una configuración genética única, resultado de ambos progenitores, y produce una planta con ciertas características. Los Fito mejoradores generan los progenitores hembra y macho de cada híbrido con el fin de crear progenies con ciertas características, como una madurez específica, resistencia a enfermedades, cierto color de grano, calidad de procesamiento, etc. Ésta es la semilla híbrida única que los agricultores sembrarán en sus campos

1.3. Componentes de producción y rendimiento cultivo del maíz

1.3.1. Producción de maíz

En el mundo, el maíz es el cultivo de mayor área sembrada, anualmente se producen unos 976,7 millones de toneladas en 177,1 millones de hectáreas. El rendimiento promedio mundial es de 5,64 t.ha⁻¹ (MINAG, 2017).

En Cuba, es considerado un cultivo prioritario en el programa de producción de granos para la sustitución de importaciones. En el año 2018 se cosecharon 144 704

hectáreas, con una producción de 345 909 toneladas y un rendimiento de 2,39 t.ha⁻¹ (Oficina Nacional de Estadística e Información [ONEI], 2019)

El maíz es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y por sus bondades se ha convertido en el cultivo más importante entre los cereales a nivel mundial superando al trigo y al arroz (Martínez, 2011). Cultivo de gran importancia económica ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales (Simón y Golik, 2018).

Blanco (2017) afirma que es uno de los alimentos imprescindibles en la alimentación por sus aportes calóricos proteicos, usado como grano tierno y seco en la alimentación humana y como materia prima en productos industriales tales como forraje, ensilaje y harina. Es fuente de energía básica de los seres vivos debido a su contenido de hidratos de carbono conformados por almidón [amilosa (25 – 30 %) y amilopectina (70 – 75 %)] quien constituye hasta el 72 – 73 % del peso del grano de maíz y otros azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían del 1 al 3 % del grano. Asimismo, presenta una proteína de calidad inferior, debido a la baja concentración de aminoácidos esenciales como son: lisina e isoleucina. Sin embargo, es rico en vitaminas del complejo B (B1 y B3) y minerales como el fósforo y magnesio (Sánchez, 2014).

En Cuba, el maíz está considerado en el programa de producción de granos para la sustitución de importaciones como un cultivo prioritario. En el año 2018 según la ONEI (2019) se cosecharon 144 704 hectáreas (13 236 hectáreas en el sector estatal y 131 468 hectáreas en el sector no estatal), con una producción de 345 909 toneladas (31 358 toneladas en el sector estatal y 314 551 toneladas en el sector no estatal) y un rendimiento de 2,39 t. ha⁻¹ (2,37 t.ha⁻¹ sector estatal y 2,39 t.ha⁻¹ en el sector no estatal).

1.3.2. Factores que influyen en la producción y el rendimiento

Vázquez *et al.* (2012) señalan que las condiciones de siembra influyen sobre el rendimiento y las características físicas de los híbridos, especialmente sobre el tamaño del grano y su dureza. Aunque se plantea que es posible sembrar el maíz en nuestro país durante todo el año, la época donde el cultivo alcanza su mayor potencial

de rendimiento es en invierno (octubre febrero), ya que encuentra temperaturas de alrededor de 20 °C, adecuadas para el desarrollo fisiológico del maíz. Esta época presenta el inconveniente de tener largos períodos secos, por lo que se necesita contar con riego. En primavera (marzo-mayo), las intensas lluvias, el rigor del clima y el aumento de las poblaciones de insectos, complican el manejo del cultivo. Se han obtenido diferencias de hasta 2 t.ha⁻¹ entre uno y otro período (Pérez *et al.*, 2014).

Por otro lado, Sifuentes-Ibarra *et al.*, (2021) consideran que la disponibilidad de humedad del suelo es el factor más importante que afecta el rendimiento y calidad del maíz.

El agricultor cubano utiliza densidades de siembra entre 45 000 y 50 000 plantas por hectárea, cuando en el mundo existen productores que emplean hasta 70 000 plantas.ha⁻¹, pero para alcanzar estas densidades de siembra se debe contar con nuevos genotipos. (Pérez *et al.*, 2014)

Mansfield y Mumm (2014) manifiestan que una de las estrategias de manejo más utilizadas en el cultivo de maíz para maximizar el rendimiento en grano es el incremento de la densidad de plantas y citan como ejemplo que entre el año 1930 al 2010, la densidad de plantas se incrementó de 30 000 a 70 000 plantas.ha⁻¹ y el rendimiento en grano de 1 287 a 9 595 kg.ha⁻¹. Mansfield y Mumm (2014) manifiestan que una de las estrategias de manejo más utilizadas en el cultivo de maíz para maximizar el rendimiento en grano es el incremento de la densidad de plantas y citan como ejemplo que entre el año 1930 al 2010, la densidad de plantas se incrementó de 30 000 a 70 000 plantas.ha⁻¹ y el rendimiento en grano de 1 287 a 9 595 kg.ha⁻¹.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

En el escenario productivo finca “La Prosperidad”, de la Empresa Agropecuaria Horquita, se llevó a cabo la presente investigación de tipo experimental en el periodo comprendido de enero de 2022 a junio de 2024. La misma se encuentra próxima al poblado de Mijalito, en el municipio Abreu, la Provincia Cienfuegos y está localizada en las coordenadas geográficas 22.16796 °N y 80.72754 °W (figura 2)

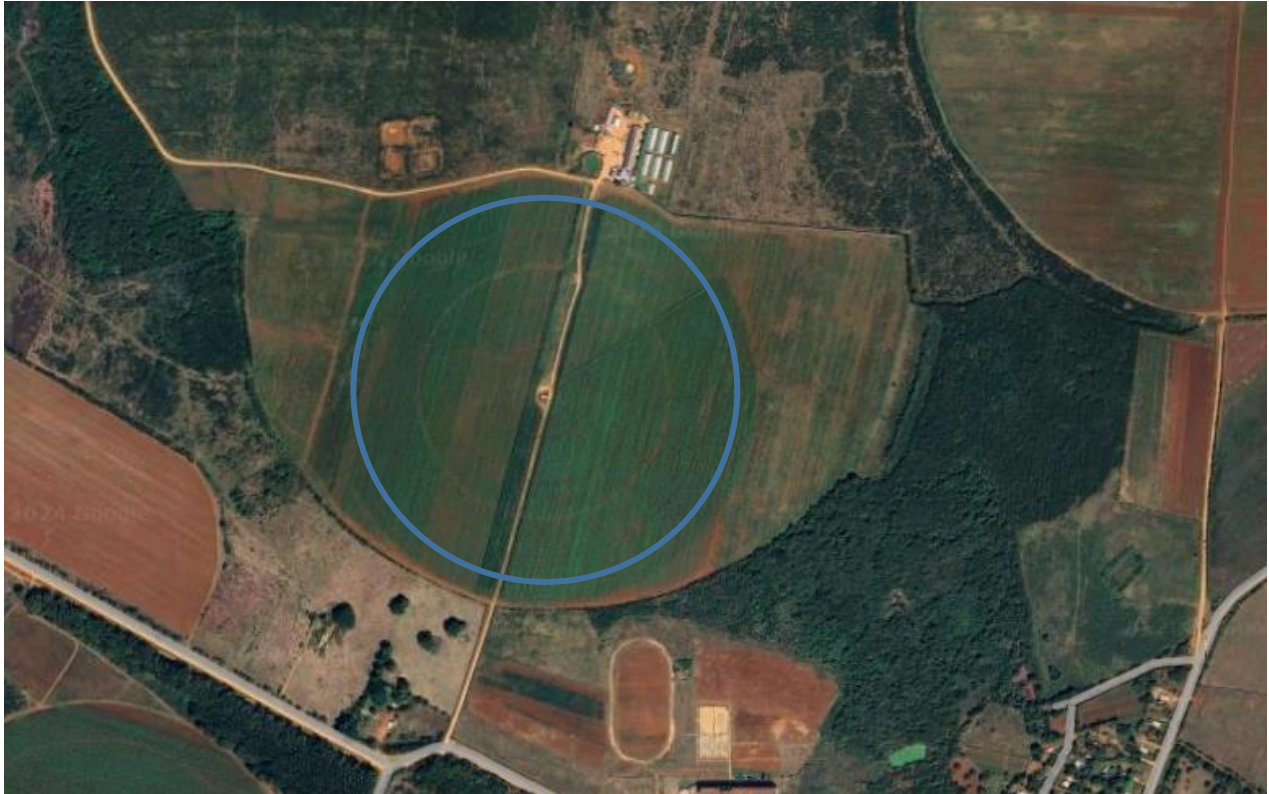


Figura 2: Imagen satelital del área de estudio

El cultivo seleccionado es el maíz con la variedad H-Ame 15. El marco de siembra fue de 0.90*0.25 m. El área está beneficiada por la máquina de pivote central eléctrica No 2, del modelo Western, con 5 torres y beneficia un área de 30,7 ha.

Para el estudio se tomó el IV cuadrante de la máquina y se establecieron 6 parcelas de 60 m² (10 m de largo por 6 de ancho), una en cada tramo de máquina de riego para las evaluaciones de las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo

2.1. Caracterización de la finca “La Prosperidad” de la Empresa Agropecuaria Horquita

Para la caracterización del área de estudio se tendrá en cuenta el comportamiento de las variables que más inciden en el desarrollo del cultivo, considerando el clima, el suelo, el cultivo y el sistema de riego

Del clima

- Temperatura media máxima (°C)
- Temperatura media mínima (°C)
- Temperatura media mensual (°C)
- Humedad relativa (%)
- Insolación (h)
- Velocidad del viento (m.s^{-1})
- Dirección predominante del viento.
- Precipitación (mm)

Estos datos se obtuvieron de la estación automática Instalada en la propia finca y de un pluviómetro que, para este estudio, se ubicó muy próximo a la máquina de riego como muestran las figuras 3 y 4



Figuras 3 y 4: Estación automática y pluviómetros instalados para la mediación de las variables climáticas

Del suelo

- Tipo de suelo
- Contenido de materia orgánica
- Contenido de P y K:
- Profundidad efectiva

Del cultivo

- Variedad
- Ciclo del cultivo
- Época de siembra

Del Sistema de riego:

- Fuente de abasto
- Características de la máquina de riego
- Distribución de boquillas.
- Pluviometría y uniformidad del riego según norma cubana ISO 11545

2.2. Comportamiento morfoagronómico del cultivo del Maíz, variedad H-Ame 15, en la zona de estudio durante dos campañas (primavera y frío)

- Fecha de siembra. Se anotará el día que se realiza
- % de germinación (Por ensayos previos a la siembra)
- Densidad de plantas por metro y por hectárea
- Profundidad radicular. Se determinará tomando muestras de plantas en diferentes momentos, a las que se medirá la longitud de las raíces
- Días al Inicio de la floración masculina: se registra el día que se observa la aparición de flores masculinas
- Días al Inicio de la floración femenina: se registra el día que se observa la aparición de flores femeninas

- Días a la culminación de la floración masculina: se registra el día que se observa que el 100 % de las plantas han emitido sus flores masculinas
- Días a la culminación de la floración femenina: se registra el día que se observa que el 100 % de las plantas han emitido sus flores masculinas
- Diámetro del tallo: se medirá el diámetro basal con el empleo de un pie de rey
- Altura de la mazorca: con la ayuda de la cinta métrica se midió la distancia entre la superficie del suelo y la base de la mazorca (entrenudo del cual emerge)
- Altura de la planta: con la ayuda de la cinta métrica se midió la distancia entre la superficie del suelo hasta la inserción de última hoja a los 7, 30, 45 y 60 días después de la siembra
- Incidencia de plagas y enfermedades: Se realizó por muestreos periódicos al cultivo
- Afectación por acame del maíz: Se observa el número de plantas que presentan acame por m y con ello se estima el % de afectación
- Fecha de cosecha

2.3. Respuesta productiva del cultivo del maíz, variedad H-Ame 15 en las condiciones edafoclimáticas de la finca La Prosperidad

Se evaluará a partir de las siguientes variables de rendimiento en las parcelas y plantas seleccionadas

- Número de mazorcas por plantas: Se contaron las mazorcas de cada planta
- Longitud de la mazorca tierna: Con una cinta métrica se midió en el momento de la cosecha el largo de las mazorcas seleccionadas
- Número de granos por mazorca: Se contó el número de granos por filas y se sumaron para obtener el total de granos.
- Peso promedio de la mazorca: Se pesó cada mazorca de forma individual por planta en el momento de la cosecha

- Peso de los granos: se tomaron 3 muestras de 100 granos por mazorca y se pesaron y promedió.
- Rendimiento (t.ha⁻¹). A partir del peso promedio de 100 granos y con el número de grano se obtuvo el peso real de la mazorca por plantas y se multiplica por el número de plantas por hectárea para obtener el rendimiento promedio

$$Rend = (Peso\ promedio\ de\ los\ granos\ por\ mazorca * densidad\ poblacional) / 1000000 \\ (t.ha^{-1})$$

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de la finca “La Prosperidad”

La finca está asignada al productor Yoandris Olivera Rodríguez, en calidad de usufructo para la producción de viandas y granos principalmente

La fuerza de trabajo, como muestra la tabla 1, está compuesta por 10 trabajadores a tiempo completo, de los cuales el 90 % es del sexo masculino, el 70 % está entre 36 y 60 años y solo dos poseen nivel escolar universitario. Para los momentos picos de labores se auxilia de fuerza temporal, principalmente los reclusos del centro ubicado en el propio asentamiento de Mijalito

Tabla 1: Composición de la fuerza de trabajo

	Composición etaria				Nivel escolar		
	Total	18-35	36-60	+60	9no	12mo o TM	Nivel superior
F	1		1			1	
M	9	2	6	2	3	4	2
T	10	2	7	2	3	5	2

Fuente: El propio autor

El clima mostró en las dos campañas un comportamiento ideal para el desarrollo del cultivo del maíz, con la excepción del viento, cuyos valores exceden los 2 m.s^{-1} , que el límite máximo permitido para garantizar que la aplicación del riego por aspersión sea uniforme. De acuerdo a la tabla 2, todas las fases del cultivo transcurrieron en el rango establecido para cada de las variables que inciden en su desarrollo

Tabla 2: Comportamiento de las variables del clima en los periodos de estudio

Frio	Primavera
------	-----------

Meses	Temp Min (°C)	Temp Max (°C)	Hum Relat (%)	Viento (m.s)	Meses	Temp Min (°C)	Temp Max (°C)	Hum Relat (%)	Viento (m.s)
Enero	19.2	28.4	84	1.7	julio	22.2	33.4	79	5.8
febrero	17.3	28.8	88	1.8	agosto	22.3	33.3	81	5.1
Marzo	19	30.2	77	3	sep.	22.1	32.5	83	4.9
Abril	21.5	31.3	67	5.1	octubre	20.8	31.6	83	6.5

Fuente: El propio autor

Del suelo

El análisis de laboratorio realizado a las muestras de suelo tomadas en la finca arrojó, como resultados principales, alto contenido de materia orgánica (tabla 3) con valores que oscilan entre 12,9 y 13,9. El pH se califica como ligeramente alcalino en todas las muestras, el que resulta idóneo para el cultivo del maíz.

Tabla 3: Contenido de materia orgánica, pH y macroelementos del suelo

Parcelas	MO (%)	pH	P (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)
T 1	13,4	7,41	510	0,210
T 2	13,6	7.53	560	0,220
T 3	12,9	7,57	420	0,210
T 4	13,8	7,20	450	0,210
T 5	13.9	7.76	540	0,220

Fuente: Laboratorio de Ensayos Ambientales (CEAC)

El suelo de la finca pertenece al grupo IIA, ferralítico rojo típico, ideal para el cultivo del maíz (Hernández, 2019)

De acuerdo con los criterios de López y Gil (2011), el maíz requiere suelos con buen drenaje, profundos, de textura media, sin exceso de calcio y con un pH entre 6 y 7. No le son favorables los suelos arenosos ni arcillosos. El contenido de humedad del suelo debe estar entre el 70 y 75 % de la capacidad de campo

La finca tiene como sistema de riego para el área del estudio, una máquina de pivote central del modelo western con cinco torres, cuyas características fueron corroboradas en su explotación mostrando total coincidencia con su catálogo y permitiendo afirmar que pueden asegurar el suministro de agua al cultivo en las cantidades y momentos requeridos (tabla 4)

Tabla 4: Características técnicas de la máquina

Parámetros	Descripción
Tipo de máquina de riego	De pivote central
Modelo	Western
Número de torres (u)	5
Radio de la máquina (m)	312,6
Área que riega (ha)	30.7
Fuente de abasto	Manto freático
Velocidad máxima de la última torre (m.min ⁻¹)	3,26
Caudal que entrega (l.s ⁻¹)	39,47
Tiempo mínimo para dar una vuelta (al 100 %) (h)	9.21
Tiempo máximo para dar una vuelta (al 3 %) (h)	306,99
Lámina mínima de riego (mm) (al 100 %)	4.26
Lámina máxima de riego (mm) (al 3 %)	142,08

Fuente: Tomado del catálogo de la máquina de riego

La evaluación pluviométrica realizada a la máquina mostró que la misma logra cumplir con los parámetros de uniformidad y distribución de diseño atendiendo a los criterios de Montero (2005). Citado por Pérez *et al.*, (2020) (figura 5) que establece que un CU de 85 % es considerado muy bueno, de igual modo riega con parámetros de nivel buenos de calidad como la uniformidad de distribución y el coeficiente de variación de la lámina entregada. Estos parámetros son superiores a los reportados por Pérez *et al.*, (2020) en las máquinas Western 4 y 9 de la propia Empresa Horquita que alcanzaron valores de 77, 5 y 82,4 % de CU y a los que obtuvieron López *et al.* (2019), en un estudio realizado en seis máquinas de pivote central de las Empresas Cuba soy y La Cuba de Ciego de Ávila en las que los CU variaron de 77.30 % a 82,8 %

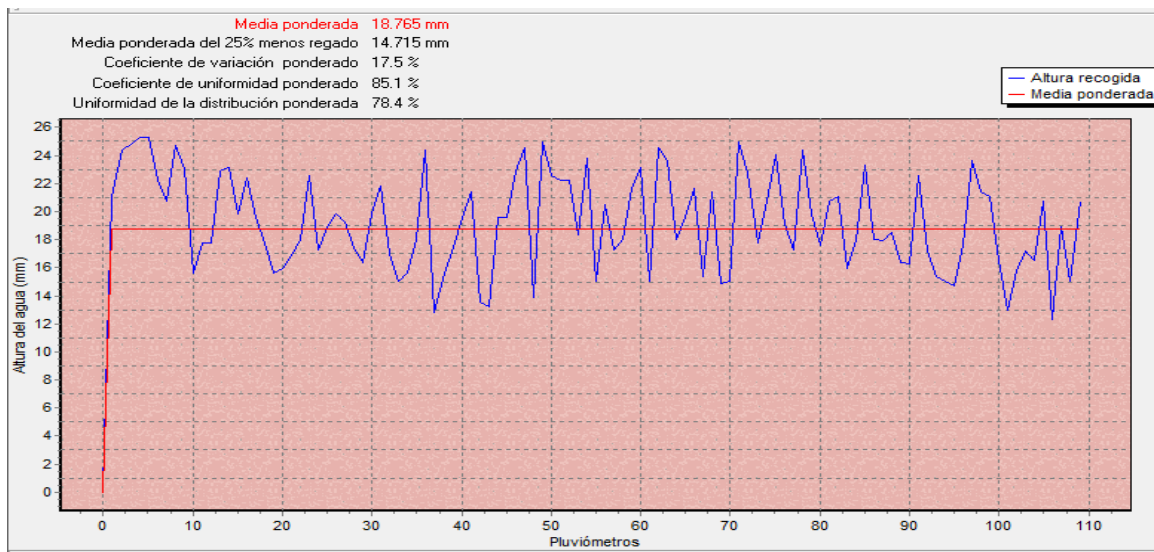


Figura 5: Evaluación pluviométrica a la máquina de riego

3.2. Comportamiento morfoagronómico de la variedad de Maíz H-Ame 15

Las principales variables que permiten describir morfológicamente a un cultivo fueron evaluadas al maíz en las dos campañas (primavera y frío) y mostraron un buen comportamiento en las dos campañas de siembra, como se muestra en la tabla 5.

Para la altura de la planta, el diámetro del tallo y la altura de la mazorca se observaron mayores valores en la campaña de frío, mientras las variables relacionadas con el inicio y terminación de la floración mostraron valores que indican que en primavera se inicia y termina más temprano tanto la floración masculina como la femenina

En cuanto a la resistencia al acame se observó que en la campaña de primavera el 40 % de las plantas presentaron acame debido a paso por la zona de estudio de un evento meteorológico con lluvias abundantes y vientos fuertes que provocó la caída del maíz, lo que es muy característico de la primavera en Cuba. En la otra campaña no se observó el acame en la plantación

Durante la campaña de primavera se apreció que hay inicio y terminación más temprano de la floración masculina y femenina

Tabla 5: Comportamiento del maíz, variedad H-Ame 15 en primavera y en frío

	Primavera	Frio
Fecha de siembra.	5 de julio	9 de enero
% de germinación	92	89
Densidad de plantas hectárea	71 000	71 000
Profundidad radicular.	0-0.4	0-0.4
Altura de la planta	2.65	2.8
Diámetro del tallo	39.5	41.5
Días al Inicio de la floración masculina	54	57
Días al Inicio de la floración femenina	56	63
Días a la culminación de la floración masculina	63	69
Días a la culminación de la floración femenina	68	75
Altura de la mazorca	1.05-132	1.10-1.51
Afectación por acame del maíz %	40	0

Fuente. El propio autor

La preparación de suelo se realizó correctamente e incluyó las labores de aradura, grada, cruce, segundo pase de grada, acanterado, surcado y siembra, todas estas labores y la siembra fueron mecanizadas. En el momento de la siembra el suelo se encontraba en óptimas condiciones. La sembradora empleada fue la JUMIL JM2570 PD SH, la que se reguló para que entregara 4 semillas por metro lineal ya que la germinación era mayor de 80 %.

Los muestreos realizados no detectaron la presencia de la principal plaga del cultivo, es decir la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda* Smith), así como otros lepidópteros noctuides, lo que confirma lo planteado por Téllez *et al.*, (2021), quienes enfatizan que entre las propiedades del híbrido simple H-Ame 15 está la resistencia a la palomilla y la tolerancia a los herbicidas por la expresión de toxinas provenientes de los genes vip3Aa20 y cry1Fa originarios de *Bacillus thuringiensis* (Bt). La tolerancia a herbicidas a base de glufosinato de amonio resulta de la expresión de la enzima *Phosphinothricin N-acetyltransferase*, del gen pat originario de *Streptomyces viridochromogenes*)

3.3. Respuesta productiva del cultivo del maíz, variedad H-Ame 15 en las condiciones edafoclimáticas de la finca La Prosperidad

Número de mazorcas por plantas: la muestra al azar de 10 plantas por parcela en las dos campañas mostró la capacidad de la variedad para emitir más de una mazorca con valor comercial por plantas. Este debe ser un elemento a seguir estudiando pues en varias plantas se vio la emisión de hasta una quinta mazorca, aunque pocas lo desarrollaron debido a que fue necesario la suspensión del riego, por razones de coincidencia de cultivos, en el momento en que estos frutos iniciaban su desarrollo. Téllez *et al.*, (2021) plantean que esta variedad puede presentar entre una y dos mazorcas por planta

En tres de las cinco parcelas la campaña de frío mostró un mayor número de mazorcas por plantas (tabla 6), elemento este que viene a fundamentar que es precisamente esta campaña en la que se obtienen los mejores resultados en este cultivo

Tabla 6: Número de mazorcas por plantas

Parcelas						
Campañas	1	2	3	4	5	Media
Frío	2	2.1	1.9	1.85	1.9	1.9583
Primavera	1.8	1.9	1.75	1.85	2	1.8666

Fuente: El propio autor

Longitud de la mazorca tierna: Tomando las mazorcas de las 10 plantas muestreadas se midió la longitud de cada una de las mazorcas, para el cual se empleó una cinta métrica (tabla 7).

Con la excepción de la parcela 1, las restantes mostraron mayor longitud de la mazorca en la campaña de siembra de frío, lo que se sigue demostrando que es esta la campaña donde mejor expresa su potencial morfológico el cultivo del maíz

Tabla 7: Longitud de la mazorca en ambas campañas de siembra

Parcelas	Frío	Primavera
1	19.5	22.91
2	20.35	17.06
3	19.54	17.48
4	19.94	17.96
5	19.45	17.2
Media	19.756	18.522

Fuente: El propio autor

Número de granos por mazorca: Tomando una muestra de 10 mazorcas por parcelas se les realizó, una a una, el conteo manual del número de hileras y el número de granos por hilera y total por mazorcas como indicadores de rendimiento. Como muestra la tabla 8, en la campaña de siembra de primavera se alcanza como promedio mayor número de granos por plantas con 529.18 respecto a los 518.8 de la de frío.

Estos valores superan los 480 granos por mazorca que es el promedio esperado para la variedad, según Tellez *et al.*, (2021), con lo que podría obtener un rendimiento de 12 t.ha⁻¹

Tabla 8: Numero de granos por plantas en las dos campañas de siembra

Parcelas	Frio	Primavera
1	516.2	498
2	554.5	585
3	523.2	565.3
4	495	485
5	502	512.6
Media	518.18	529.18

. Fuente: El propio autor

Peso y diámetro promedio de la mazorca: para la variable peso de la mazorca el mejor comportamiento fue encontrado en la época de siembra de frio, mientras que en el diámetro de la mazorca fue la época de primavera quien mostró los mayores valores medios y en dos de las cinco parcelas, como muestra la tabla 9

Tabla 9: Peso y diámetro de la mazorca

Parcelas	Peso de la mazorca (g)		Diámetro de la mazorca (mm)	
	Frío	Primavera	Frío	Primavera
1	328.85	320.11	55.36	65.7
2	328.95	252	56.38	53.53
3	301.16	250	54.65	53.75
4	323.69	273.4	55.75	54.63

5	274.1	246.5	53.56	54.1
Media	311.35	268.402	55.14	56.342

Fuente: El propio autor

Peso de los granos. Se tomaron tres muestras de 100 granos por mazorca, se pesaron y se promediaron arrojando los resultados que muestra la tabla 10, en la que se evidencia uniformidad para esta variable.

Entre las campañas de siembra se observó que la de frío mostró los mayores valores para esta variable en las cinco parcelas con un promedio de 29.002 g, que 1.60 g más que lo reportado en la campaña de primavera

Tabla 10: Peso promedio de muestras de 100 granos

Parcelas	Peso de 100 granos	
	Campaña de frío	Campaña de primavera
1	29.18	28.2674848
2	30.2333	26.8380606
3	28.427	27.0660333
4	28.9515	28.8078333
5	28.3466	26.0485667
Media	29.002768	27.4055958

Fuente: El propio autor

Sangoi (2001), citado por Becerra *et al.*, (2023) refiere, que la relación entre la producción de grano y la densidad de población es compleja, debido a que la mejor respuesta en rendimiento de grano varía de acuerdo a la condición del suelo, el clima, las prácticas culturales y el genotipo

Con los resultados de la interacción de estas variables se podrá estimar la producción y el rendimiento del cultivo.

El rendimiento medio obtenido al momento de la cosecha y con índice de humedad inferior al 12 % mostró valores que superan con creces en ambas campañas de siembra la media nacional que se obtiene en Cuba que en los últimos años no supera las 2 t.ha⁻¹ y que viene mostrando un comportamiento decreciente desde el 2017, donde se registró 2.37 t.ha⁻¹, hasta alcanzar 1,76 t.ha⁻¹ en el año 2022 según cifras de la Oficina Nacional de Estadísticas e Informática, ONEI (2023).

Entre las dos campañas de siembra evaluadas fue la de frío la que mostró el mejor rendimiento con valores a nivel de parcela entre 9,24 y 10,89 t.ha⁻¹, en tanto la campaña de primavera alcanzó un rendimiento promedio de 9,42 t.ha⁻¹, que es 0,35 t.ha⁻¹ inferior, como se muestra en la figura 6.

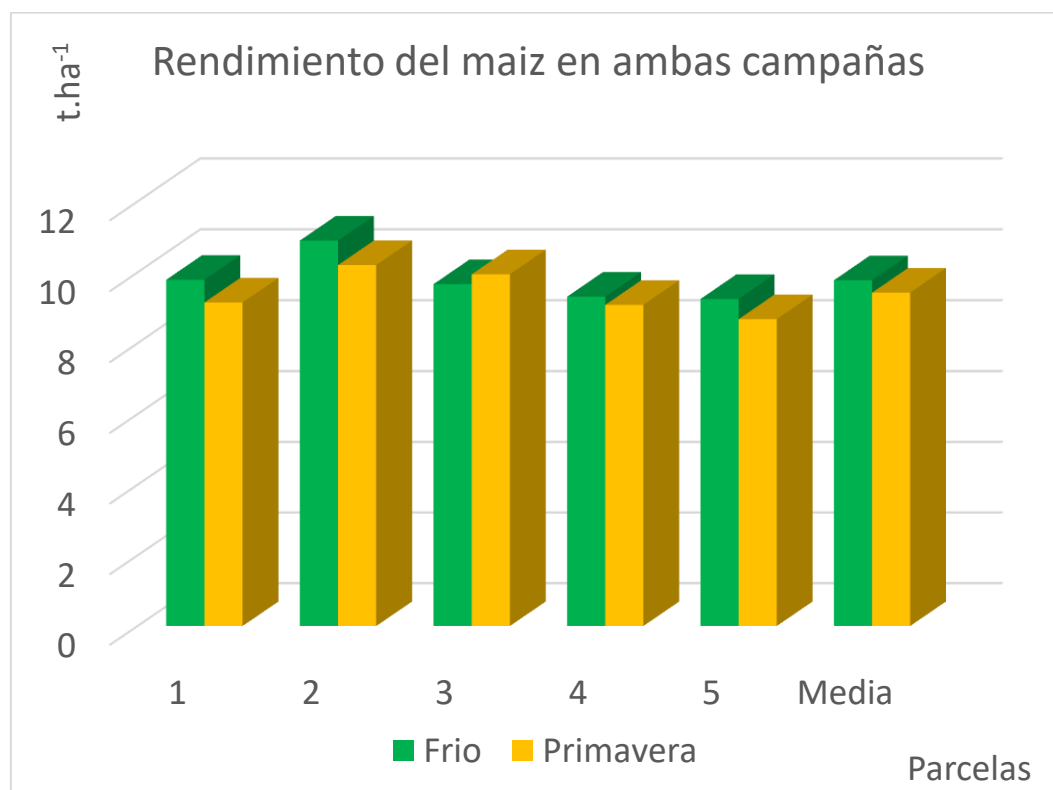


Figura 6: Rendimiento medio obtenido por parcelas en las dos campañas de siembra

Estos resultados no alcanzan los estimados por Téllez *et al.*, (2021) quienes considera que esta variedad, puede alcanzar rendimientos de 12 t.ha⁻¹, aunque se considera por el autor que con una agrotecnia más ajustada a las exigencias del cultivo, un seguimiento al momento y dosis de riego, un aprovechamiento de la lluvia caída y una fertilización que considera las verdaderas exigencias del suelo, entonces se podrá alcanzar ese rendimiento potencial

CONCLUSIONES

1. Las características del suelo, clima y del sistema de riego son las óptimas para el establecimiento del cultivo del maíz
2. El comportamiento morfoagronómico de la variedad de maíz H-Ame 15 mostró una adaptabilidad total a las condiciones edafoclimáticas de la finca la prosperidad
3. La variedad H-Ame 15 el cultivo del maíz, alcanzó indicadores de rendimientos superiores a 10 t.ha^{-1} con la época de frío con el mejor comportamiento

RECOMENDACIONES

1. Continuar la evaluación del cultivo para diferentes condiciones de suelo y agrotecnia.
2. Generalizar el empleo de esta variedad en la Empresa Agropecuaria Horquita en las diferentes épocas de siembra del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. *Cultivos tropicales*, 30(2).
- Altieri, M., Nichols, C. (2001). *Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación*. Universidad de Berkeley.
- Becerra-Fonseca, E. J., García-Quñones, E., García Vega, J., & Pérez Armas, R. (2023). Producción de maíz (*Zea mays* L) H-Ame15 en la Empresa Agropecuaria de Horquita, Abreu-Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 15(S2), 59-69.
- Bird, R. (1980). Maize Evolution from 500 BC to the present. *Biotropica*, 12(1), 30-41
- Blanco, Y. (2017): *Manejo oportuno de los arvenses en sus relaciones interespecíficas con los cultivos del maíz (Zea mays L.) del frijol (Phaseolus vulgaris L) en un sistema sucesional*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de La Habana.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (2006): Generation Challenge Programme Partner and Product. Highlights.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. http://www.inca.edu.cu/otras_web/revista/EDICIONES.htm
- Cuba. Ministerio de la Agricultura, (MINAG), (2017). *Análisis del cultivo del maíz. Directivas para el año 2017*. Dirección de Agricultura.
- Cuba. Oficina Nacional de Estadísticas (ONEI) (2023). Anuario Estadístico de Cuba.
- Cuba. Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI). (2019). Territorio, Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. Anuario Estadístico de Cuba. <http://www.onei.cu/aec>
- Cuba. Oficina Nacional de Estadísticas, (2009). Anuario Estadístico de Cuba.
- Dowswell, C. R.; Paliwal, R.L. and Cantrell, R. P. (1996): Maize in Third World Ed. Westview 268

- Fernández, L. (2009): Identificación de razas de maíz (*Zea mays* L.) presentes en el germoplasma cubano. La Habana: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. INIFAT.
- Hatheway, W. H. (1957): Races of maize in Cuba. Washington: National Academy of Sciences-National Research Council.
- Hernández A., Pérez J., Bosch D. & Castro N. (2019): La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1). <http://ediciones.inca.edu.cu>.
- León-Ruiz, J. E., Bastos, V. J., Silva-Orozco, J. S., Peña-Murillo, R., & Román-Robalino, D. A. (2022). Requerimientos hídricos para el cultivo de fréjol variedad Calima en Riobamba, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 43(1), 25-37,
- López R. & Gil, V. (2011). Generalidades del Cultivo del Maíz. Editorial Feijoo. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas.
- López, M., Carmenate, D., Mujica, A., & Paneque P. (2019). Criterios de eficiencia para la evaluación del riego por aspersión. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3).
- MacRobert, J.F., P.S. Setimela, J. Gethi y M. Worku. 2015. Manual de producción de semilla de maíz híbrido. CIMMYT
- Mansfield B. & Mumm R. (2014): Survey of plant density tolerance in U.S. Maize Germplasm. *Crop science*, 54(1)
- Martínez M., Ortiz R., Ríos H & Acosta R. (2011): Evaluación de la variabilidad morfoagronómica de una colección cubana de maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos Tropicales*, 32(4). 35-43.
- Muñoz, A. (2003). Prehistoria e Historia, Diversidad, Potencial, Origen Genético y Geográfico. CENTLI-MAÍZ.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático, (IPCC) (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Summary for Policymakers, H. O. Pörtner y otros (eds.).

- Pérez R., Fernández R., Hernández H. & Ponce, L. (2020). Uniformidad del riego de las Máquinas de Pivote 4 y 9 de la Empresa Agropecuaria Horquita. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 70-76.
- Pérez, P.; Rodríguez, E.; Grande, O.; Faure, B.; Benítez, R. Y Torres, M. (2014). *Guía Técnica para la producción de frijol común y maíz*. Instituto de Investigaciones de Granos.
- Riccelli, M. (2000). Mejoramiento Genético Y Biotecnología, Introducción A La Genética Del Maíz. El Maíz En Venezuela. Fundación Polar
- Rosegrant, M.W., Msangi, S., Ringler, C., Sulser, T.B., Zhu, T. & Cline, S.A. (2008). *International model for policy analysis of agricultural commodities and trade (IMPACT): Model Description*. Washington D.C: International Food Policy Research Institute. <http://bit.ly/2rDE9EF>
- Sánchez, I. (2014). Maíz I (Zea mays). *Reduca (Biología)*, 7(2), pp. 151–171.
- Sifuentes-Ibarra, E., Ojeda-Bustamante, W., Macías-Cervantes, J., Mendoza-Pérez, C., & Preciado-Rangel, P. (2021). Déficit hídrico en maíz al considerar fenología, efecto en rendimiento y eficiencia en el uso del agua. *Agrociencia*, 55(3), 209–226. <https://agrociencia-colpos.org>
- Simón, R. Y Golik S. I. (2018). *Cereales de verano. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*. Universidad Nacional de La Plata.
- Smith, M., y Paliwal, R. (1996). *Contributions of genetic resources and biotechnology to sustainable productivity increases in maize*. Lands and Academic Press. Plant biotechnology and plant genetic resources for sustainability and productivity.
- Socorro, M. y Martin, D.(1989). *Granos*. Pueblo y Educación.
- Taba, S.; van Ginkel, M.; Hoisington, D. y Wellhausen-Anderson, D.(2004). *Operations manual*. Plant Genetic Resources Center.
- Téllez-Rodríguez, Pilar; Morán-Bertot, Ivis; Riverón-Hernández, Albis; Espinoza-Delgado, Davel; Hernández-Hernández, Daily; Martínez- Ramírez, Alberto; Ayra-Pardo, Camilo; Isidró-Pérez, M. (2021) H-Ame15: Nuevo híbrido simple de maíz

transgénico, resistente a la palomilla y tolerante a herbicidas. *Cultivos Tropicales*, vol. 42, 4(1-Supl.). e12. <https://doi.org/10.7440/res64.2018.03>

Vázquez, M. G.; Santiago, D.; Salinas, Y.; Rojas, I.; Arellano, J. L.; Velázquez, G. A. Y Espinosa, A. (2012). Interacción genotipo-ambiente del rendimiento y calidad de grano y tortilla de híbridos de maíz en valles altos de Tlaxcala, México. *Fitotecnia Mexicana*, 35(5), pp. 229-237.

Wilkes, G. (1988) Teosinte and the Other Wild Relatives of Maize. En: Recent Advances in the Conservation and Utilization of Genetic Resources: Proceedings of The Global Maize Germplasm Workshop.