Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo.

Título: Producción del híbrido simple de maíz H-Ame15 en la Empresa Agropecuaria de Horquita, Abreus-Cienfuegos

Autor: Ernesto García Quiñones

Tutor: MSc. Erislandy José Becerra Fonseca

Abreus

"Año 64 de la Revolución"

Curso 2022

AGRADECIMIENTOS

No solo quiero agradecer a los que contribuyeron a la realización de este trabajo, sino los que me apoyaron durante estos seis años.

En primer lugar, quiero agradecer a los que me brindaron todo su amor y me dieron aliento para llegar a la meta “mi familia”, mis abuelos, mis tías y tíos, mis hermanos, mis padres, mi esposa y en especial a mi hijo por ser lo más preciado. Gracias por ser parte de mi vida.

A mis compañeros del grupo que durante seis años estuvimos consagrados en el largo camino de la superación.

Agradecer a los que estuvieron en la realización de este trabajo:

Al coordinador de la carrera de agronomía en el CUM Julio García, a mi tutor Erislandy José Becerra Fonseca por darme la mano cuando lo necesité y estar presente en la realización de todos los experimentos, por su paciencia y dedicación minuciosa en este Trabajo de Diploma.

A los trabajadores de la CUBAN 8, Granja 4 de la Empresa Agropecuaria Horquita por autorizar la realización de los experimentos.

A todos, muchas gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a quienes me enseñaron que con sacrificio y voluntad se logran las metas mi familia, en especial a mis padres Elsy Quiñones Chapis y Raúl García Calzadilla.

Resumen

Las nuevas alternativas de alimentación son absolutamente necesarias con materiales de siembra de calidad para procurar el éxito. El maíz es un cultivo de importancia económica a nivel mundial. Las características genotípicas y fenotípicas, son afectadas por las condiciones ambientales a las que se expone la planta. La investigación se desarrolló en $4ha^{-1}$ pertenecientes a la Empresa Agropecuaria Horquita, en las campañas 2020-2021 y 2021-2022. Se evaluó la respuesta agronómica de las de líneas H (S3)26.4 y CT9 de *Zea mays* para producción del H-Ame15 en suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado, con marco de siembra de (0.90 x 0.25m). La fertilización fue de 9-13-17 a razón de 300 $kg.ha^{-1}$. Se condujo un diseño experimental aleatorio simple con 5 réplicas de 100 m^2. Se usó el paquete estadístico InfoStat V-2015 para $P \leq 0.05$. La línea CT9 se cosechó a los 85 días después de la siembra como maíz tierno. Las variables consideradas factores determinantes para la evolución de las plantas no obtuvieron diferencias significativas ente las parcelas ni entre las campañas. Longitud de la mazorca y Peso de semillas por mazorca mostraron diferencias estadísticas, para un rendimiento medio en ambas campañas de 3,16 $t.ha^{-1}$. Los resultados de los análisis de calidad de las semillas determinaron que cumplen con los índices mínimos de calidad establecidos.

Palabras claves: desarrollo, híbridos, maíz, rendimiento, semilla.

ABSTRACT

New feeding alternatives are absolutely necessary with quality planting materials to ensure success. Corn is a crop of economic importance worldwide. The genotypic and phenotypic characteristics are affected by the environmental conditions to which the plant is exposed. The research was carried out in 4 ha^{-1} belonging to the Horquita Agricultural Company, in the 2020-2021 and 2021-2022 campaigns. The agronomic response of the H (S3)26.4 and CT9 lines of *Zea mays* for the production of H-Ame 15 in Ferralitic Yellowish Leached soil, with a planting frame of (0.90 x 0.25m), was evaluated. Fertilization was 9-13-17 at a rate of 300 $kg.ha^{-1}$. A simple randomized experimental design was conducted with 5 replicates of 100 m2. The InfoStat V-2015 statistical package was used for P≤0.05. The CT9 line was harvested 85 days after sowing as sweet corn. The variables considered determinant factors for the evolution of the plants did not obtain significant differences between the plots or between the campaigns. Ear length and seed weight per ear showed statistical differences, for an average yield of 3.16 t.ha-1 in both campaigns. The results of the quality analyzes of the seeds determined that they meet the minimum quality indices established.

Keywords: development, hybrids, maize, yield, seed.

PENSAMIENTO

JOSÉ MARTÍ

TABLA DE CONTENIDO

Página

Introducción…… 9

Capítulo 1. Revisión bibliográfica……13

1.1 El cultivo del maíz, origen, clasificación y distribución geográfica…..13

1.1.2 El maíz en Cuba……..17

1.1.3 Clasificación taxonómica del Maíz……18

1.1.4 Morfología de la planta de maíz……19

1.1.5 Sistema radicular……19

1.1.6 Las hojas……...20

1.1.7 El tallo…….20

1.1.8 La semilla……...21

1.2 Importancia económica del maíz……...21

1.3 Los Híbridos……..22

1.4 Híbrido simple H-Ame 15……...24

Capítulo 2. Materiales y métodos…….26

2.3 Descripción del diseño experimental……27

Capítulo 3. Resultados y Discusión…….32

3.1 Evaluación morfológica de la línea H(S3)26.4 durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022 en la Empresa Agropecuaria Horquita, Granja 4 KUBAN 8…….32

3.2 Cuantificación del rendimiento de la línea H(S3)26.4 durante las

campañas 2020-2021 y 2021-2022 en la Empresa Agropecuaria Horquita, Granja 4 KUBAN 8…….39

3.3 Análisis de la calidad de la semilla del Híbrido simple H-Ame 15 en el Laboratorio Provincial de Semillas Cienfuegos……46

Conclusiones……...49

Recomendaciones……..50

Revisión bibliográfica…….51

Introducción

Las actividades de investigación y desarrollo de variedades o híbridos son capaces de incorporar características de resistencia y tolerancia a enfermedades. Estas actividades se deberán complementar en la etapa de producción de semilla utilizando semilla original sana, sanidad de los genotipos de producción, rotación de cultivos, aislamiento, tratamiento de la semilla, acondicionamiento y almacenamiento adecuados (Salinas et al., 2014).

En Cuba, la búsqueda de nuevas alternativas de alimentación para la ganadería es absolutamente necesaria, mucho más si se trata de un país con un potencial genético muy alto en la ganadería, sin una base alimentaria adecuada para su sustento, lo que trae como consecuencia graves problemas en la reproducción y bajísimo crecimiento de la masa (ONEI 2019).

Una buena semilla es la base de toda producción de un cultivo, dependiendo de su calidad fisiológica la calidad en la semilla se ha definido como el conjunto de características deseables, que comprende distintos atributos, referidos a la conveniencia o aptitud de la semilla para sembrarse. Al evaluar la calidad de las semillas se consideran la mayor parte de atributos deseables. La evaluación de este componente es a través de procesos como las pruebas y porcentajes de germinación, entre otros y demás ensayos para lograr establecer la calidad de semillas de determinado lote (Doria, 2020).

Para todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla a sembrar para procurar el éxito. La semilla es el material de partida para la producción. Es condición indispensable que tenga una buena respuesta bajo las condiciones de siembra y que produzca una plántula vigorosa para alcanzar el máximo rendimiento. La semilla mejorada es tecnología con un valor estratégico ya que permite obtener mayor eficiencia productiva de los recursos: tierra, fertilizantes, herbicidas, insecticidas, agua, mano de obra, etc. Es imposible obtener una buena cosecha si no se parte de una semilla de calidad, dado que un cultivo puede resultar de una calidad inferior a la semilla sembrada, pero nunca superior a ella (Krzyzanowski et al., 2009).

Por lo tanto, se puede afirmar que, las semillas con menores índices de calidad fisiológica, pierden su valor mermando los niveles de producción de determinado

cultivo, que tiene una posición clave para incidir en la producción. Las evidencias empíricas han demostrado que las semillas de buena calidad permiten obtener buenos resultados, mientras que lo contrario conduce a resultados insatisfactorios o fracasos. En este punto es necesario recalcar sobre la importancia de los análisis fisiológicos de la semilla, debido a que para obtener una buena producción es imprescindible contar con semillas de buena calidad, con pruebas que garanticen su calidad y rentabilidad, de tal manera que la prolongación de la calidad de las semillas tiene gran utilidad para incrementar la productividad de los cultivos de forma sostenible y sustentable (Doria, 2020).

En la agricultura la importancia de contar con material vegetativo de calidad está relacionada con la productividad de determinado cultivo, debido a esto las semillas que mantienen un análisis tanto fisiológico como una certificación que garantice su procedencia y genotipo son las de mayor demanda por los agricultores. Una semilla de calidad es una semilla altamente viable, es decir, es una semilla susceptible de desarrollar una plántula normal aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir a campo. La calidad de la semilla a sembrar es esencial para conseguir un buen establecimiento de las plantas y es el primer paso para lograr un cultivo óptimo. Se considera que los atributos de calidad más importantes son: Viabilidad, germinación, vigor y sanidad (FAO, 2019).

La actual obtención de semilla de maíz híbrido es el resultado de más de setenta años de investigación, entre avances científicos y tecnológicos, contando desde el primer híbrido comercial obtenido en Brasil, en 1919, hasta la actualidad. Con el progreso y desarrollo del primer híbrido genéticamente modificado, se nos demuestra el avance de la agricultura moderna en Brasil (Monteros, citado por Guerra 2016 y Damiany 2022).

El maíz duro es identificado como uno de los principales cultivos transitorios del Ecuador, esto, gracias a que, además de ser un componente básico en la alimentación de gran parte de la población, representa también una variable de producción económicamente rentable, debido a la infinidad de usos que tiene, sobre todo en la industria de alimentos y balanceados (Albán et al. 2021).

El maíz (*Zea mays* L.) es el único cereal que puede ser utilizado como alimento ya sea para personas o animales, en cualquier etapa del desarrollo de la planta o producción (Sánchez, 2014). Es un cultivo de importancia económica a nivel mundial, debido a su utilidad como alimento para humanos y ganado, este cultivo es fuente de un gran número de productos industriales (FIRA, 2016).

En la provincia de Cienfuegos no son suficientes los estudios que permitan determinar el desarrollo y rendimiento de las líneas de *Zea mays* H (S3)26.4 y CT9 para la producción del híbrido simple de maíz H-Ame15, lo que condujo a formular el siguiente problema científico:

Problema científico

¿Cuál será la respuesta agronómica de las de líneas de *Zea mays* H (S3)26.4 y CT9 para producción del híbrido simple de maíz H-Ame15 durante dos campañas de siembra en la Empresa Agropecuaria Horquita?

Hipótesis científica

El conocimiento de la respuesta agronómica de esos genotipos ante la aplicación de la Ficha Técnica bajo las características del sistema productivo en la Empresa Agropecuaria Horquita permitirá una evaluación de la producción de semillas del híbrido simple de maíz H-Ame15.

Objetivo general

Evaluar el desarrollo y rendimiento de las líneas de *Zea mays* H (S3)26.4 y CT9 para la producción del híbrido simple de maíz H-Ame15 en dos campañas de siembra en la Empresa Agropecuaria Horquita.

Objetivos específicos

1.- Evaluar de forma morfológica la línea de *Zea mays* H (S3)26.4 durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022 en la Empresa Agropecuaria Horquita, Granja 4 KUBAN 8

2.- Cuantificar el rendimiento de la línea de *Zea mays* H (S3)26.4 durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022 en la Empresa Agropecuaria Horquita, Granja 4 KUBAN 8

3.- Analizar la calidad de la semilla del híbrido simple de maíz H-Ame15 en el Laboratorio Provincial de Semillas Cienfuegos.

Capítulo I: Revisión bibliográfica

1.1 El cultivo del maíz, origen, clasificación y distribución geográfica.

El maíz se originó en una parte restringida de México, según McClintock et al. (1981) y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. Hoy no hay dudas acerca del origen americano del maíz, pues 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.

De acuerdo con Wilkes & Goodman (1995), el maíz surgió entre aproximadamente 800 y 600 a.c., en Mesoamérica (I.E., México, Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México. El ecosistema que dio lugar al maíz era de inviernos secos estacionales en alternancia con las lluvias de verano y en una región montañosa, de cuestas 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 son que vino de 1) una forma de maíz silvestre, 2) un teosinte silvestre, o 3) un antepasado desconocido (i.e., ni maíz silvestre ni teosinte). Cada teoría deduce su evidencia apoyándose sobre diferentes campos de investigación, desde la arqueología; análisis bioquímicos, isoenzimáticos y moleculares; citogenéticos, morfológicos, y taxonómicos.

Durante los años sesenta, la idea más apoyada era la del maíz silvestre como ancestro de la forma doméstica. Sin embargo, en los años ochenta la teoría más sostenida en este sentido es la del teosinte como el progenitor de maíz. En la actualidad, aún el origen del maíz no se encuentra dilucidado y ocurren amplias investigaciones en este sentido.

De acuerdo con lo planteado por Wilkes (1988), México es el centro primario de diversidad genética y la Zona Andina el secundario, donde el cultivo del maíz ha tenido una rápida evolución. De las 50 razas encontradas en México, existen, homólogas en Guatemala 7, 6 en Colombia, 5 en Perú, y 2 en Brasil. Lo que hace que indiscutiblemente México haya sido el centro de difusión de estas,

donde alrededor de 27 o más de la mitad de ellas han permanecido como variedades locales endémicas.

Wilkes (1979) y Wilkes & Goodman (1995), citado por Paliwal (2001) y Acosta (2009) han resumido en forma de diagrama varios modelos probables para el origen del maíz. Estos son: I) evolución vertical del maíz moderno a partir de maíz silvestre; II) progresión de teosinte a maíz; III) separación del maíz y el teosinte, originados ambos en un ancestro común, habiéndose separado durante el proceso evolutivo; y, IV) hibridación, habiéndose originado el maíz como un híbrido entre teosinte y una gramínea desconocida (Figura 1). Los últimos informes indican que la naturaleza anfidiploide o tetraploide del cariotipo del maíz agrega un elemento más al enigma del origen del maíz (Figura 2).

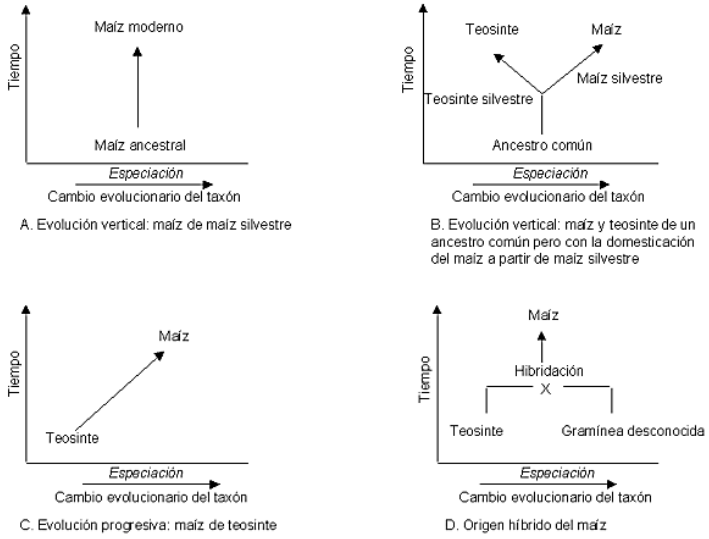

Figura 1.Teorías relacionadas con la evolución del maíz. Fuente: adaptado de Wilkes &Goodman (1995), citado por Paliwal, 2001 y Acosta, 2009).

El examen de los datos revelados por Bat Cave, en combinación con el estudio de las variedades de maíz de México, permiten ver cómo se han originado las razas de este cereal. Empezando con el maíz tunicado primitivo que sin dudas llegó a distribuirse extensamente hace varios miles de años, se desarrollaron distintas variedades de maíz en diferentes regiones. Los principales factores involucrados en la evolución inicial del maíz fueron probablemente un grado

relativamente alto de mutaciones y una liberación parcial de la presión de la selección natural, como consecuencia de la intervención del hombre.

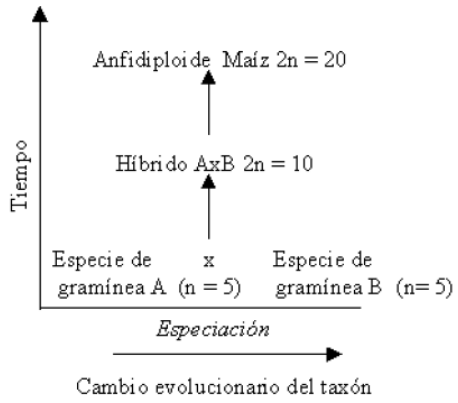

Figura 2. Posible origen híbrido del maíz con duplicación de los cromosomas. Fuente: Paliwal, 2001.

Puesto que las mazorcas y granos de maíz primitivo original eran bastante pequeñas, las nuevas variaciones de esta estructura tenderían a orientarse en la dirección de mayor tamaño y no en la de menor. Como consecuencia, la mazorca de maíz ha ido aumentando su tamaño gradualmente durante 4000 años o más (Wellhausen et al., 1987).

Doebley (1990) investigó las relaciones filogenéticos de las especies del género Zea, a través de estudios isoenzimáticos y moleculares. El análisis reveló que el género está dividido en dos grupos, Lujuriante & Zea y que Zea perennis y Zea diploperennis están altamente relacionados. Cuando el estudio se combinó con análisis de ADN del cloroplasto y la mitocondria, se pudo constatar que las dos categorías deberían separarse como diferentes especies.

La división entre los teosintes anuales de tierras altas (spp. mexicanas) y de tierras bajas (spp. parviglumis) se hizo evidente en los análisis isoenzimáticos. El grupo parviglumis fue el más relacionado con *Zea mays*. Estas evidencias estarían corroborando la teoría del teosinte como ancestro del maíz, siendo el más cercano el teosinte anual de los Balsas (Zea mays spp. parviglumis).

La domesticación del maíz a través de la selección resultó en una especie totalmente dependiente del hombre, pues la transformación eliminó por completo

las características ancestrales de sobrevivencia en la naturaleza. Además, gran variabilidad de tipos fueron obtenidos, más de 3003 razas y miles de variedades adaptadas a los más diversos ambientes ecológicos y a las preferencias de sus cultivadores.

Existen razones que posibilitaron cambios tan acentuados. En primer lugar el maíz es una planta que prácticamente induce al hombre a seleccionarlo. Al contrario de los demás cereales, donde las plantas son cosechadas mezcladas, en el caso del maíz cada planta es cosechada individualmente. Eso hace que las características propias de cada mazorca queden evidentes, posibilitando una selección de plantas individuales, lo que no es posible con las demás gramíneas (Paterniani, 2000).

Desde el punto de vista de descendencia lineal, se describen seis razas principales de maíz: palomero Toluqueño, de las cuales se derivan todas las razas de maíz reventón; Complejo Chapalote Nal-Tel, antecesor de numerosas razas de México, América Central y Colombia; raza Pira, de la cual se derivan todos los maíces duros tropicales de endospermo amarillo; raza Confite Morocho, de donde se derivan los maíces de ocho hileras; raza Chullpi, originaria de los maíces dulces y amiláceos; y raza Kculli, de la cual se derivan todos los maíces con coloración de aleurona y pericarpio (Bejarano & Segovia, 2000).

En el siglo XX, se describía al teosinte como una especie silvestre que crece de forma natural y de aspecto tan diferente a la del maíz que los primeros taxonomistas le adjudicaron un género distinto: Euchlaena mexicana. Sin embargo, hoy en día se considera que todos los tipos de teosinte pertenecen al género Zea (De Galarreta, Prohens y Tierno, 2016).

Actualmente, la teoría más aceptada indica que el maíz cultivado hoy, el cual es esencialmente el mismo que los españoles se encontraron al llegar a América en 1492, desciende del teosinte Balsas, planta silvestre en los estados de Guerrero y Michoacán (centro sur de México), domesticado aproximadamente hace unos 9000 años. Hay distintos teosintes, anuales y perennes, diploides y tetraploides, todos pertenecientes al género Zea (De Galarreta et al., 2016).

1.1.2 El maíz en Cuba.

El maíz es una planta muy popular, de gran tradición en Cuba. Originario de México, se considera uno de los tres cereales, junto al arroz (*Oryza sativa* L.) y al trigo (*Tricticum vulgare* L.) que constituyen el suministro de alimentos del mundo (Chirino et al., 2019). La siembra del mismo se ha intensificado por constituir un alimento de alta preferencia para la alimentación humana, aunque se ha utilizado como componente básico en las dietas de animales (Berry et al., 2013).

Se cultiva en todos los países de América Latina; pero entre ellos se destacan Brasil, México y Argentina. En Europa, este cultivo ocupa el segundo lugar en cuanto a producción, en naciones como Francia, Rumanía y Yugoslavia. Dentro de la producción mundial de granos y cereales, Z. mays representa el 40% con 1 026 millones de toneladas en los últimos años (Cerquiglini et al., 2016). No obstante, países como Estados Unidos con 37% y China el 23% son los de mayor producción del grano con rendimientos superiores a las 10 y 6 $t.ha^{-1}$ respectivamente.

Los factores bióticos y abióticos, afectan entre el 30% y 60% del rendimiento mundial de los granos destinados a períodos de almacenamientos para su uso posterior en la alimentación humana, animal y la producción de semillas (Lesk et al., 2016). Entre estos factores, se hace necesario reducir los valores de humedad presente en los granos en el momento de la cosecha en condiciones mecanizadas, entre el 18% – 20% y en la manual hasta 25%, para su posterior almacenamiento con valores de humedad entre 13% y 14%.

Durante el 2019 en Cuba se produjeron 307 mil toneladas métricas de maíz, destinadas al consumo humano y animal, lo que representa el 82,41% del año 2018 en el sector estatal y el 73,01% en el sector no estatal (ONEI, 2020). Sin embargo, los rendimientos para el cultivo del maíz en Cuba no sobrepasan las 2,39 $t.ha^{-1}$ (ONEI, 2019).

1.1.3 Clasificación taxonómica del Maíz.

El maíz, 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 teosinte y las especies del género *Tripsacum* conocidas como arrocillo o maicillo son formas salvajes parientes de *Zea mays,* Paliwal (2001) citado por Acosta (2009).

Taxonomía sistemática del maíz

Atendiendo a la clasificación botánica, el maíz cultivado pertenece al

Reino: Planta

Grupo: Fanerógamas

División: Espermafitas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Glumíferas

Familia: Gramíneas

Tribu: Maydeae

Género: Zea

Especie: Zea mays L.

El maíz que actualmente conocemos es una planta totalmente domesticada por el hombre, incapaz de reproducirse espontáneamente, debido a la indehiscencia de sus semillas. Sin embargo, la reproducción selectiva a la que ha estado sometida por el hombre y la amplia adaptabilidad que se presenta a diferentes condiciones climáticas, han dado lugar a una gran cantidad de variedades de esta especie (Acosta, 2009).

1.1.4 Morfología de la planta de maíz

El maíz es una planta herbácea de gran desarrollo vegetativo, compuesta de raíz, tallo, hojas y flores. Su dotación cromosómica es 2n = 20. Fisiológicamente, pertenece al grupo de plantas C4, lo que unido al dominio del cultivo y a la mejora

genética, han dado lugar a un incremento espectacular en el rendimiento de la planta de maíz. Es una planta anual, cuyo ciclo vegetativo puede oscilar entre los 80 y 200 días desde la siembra hasta la cosecha, según los ciclos de maduración (Paliwal, 2001).

La planta es monoica y diclina, es decir, posee flores femeninas y masculinas en el mismo pie. Esta separación de los órganos sexuales permite estudiar de manera cómoda y eficaz el comportamiento genético de la especie (Poetig, 1982).

La fecundación de las flores femeninas es parcialmente alógama, con un porcentaje de alrededor del 8% de autogamia, es decir, puede ser fecundada tanto con polen de otra planta como con el suyo propio. La polinización puede ser anemófila, llevada a cabo por agentes naturales (principalmente el viento), o dirigida por el hombre, y se emplea en los métodos de mejora genética (Poetig, 1982; Violic, 2001).

1.1.5 Sistema radicular

Según Silva Díaz, Alfaro Jiménez & Jiménez Aponte (2009) el sistema radicular del maíz sigue la misma estructura que en las restantes gramíneas, así podemos distinguir los siguientes tipos de raíces:

Raíces primarias o seminales: son emitidas por la semilla, y disponen de gran cantidad de pelos absorbentes.

Raíces secundarias o adventicias: son las raíces principales y constituyen casi la totalidad del sistema radicular. Se originan a partir de la corola (punto de crecimiento próximo a la superficie, unido a la semilla por el mesocotilo o rizoma) y surgen de los entrenudos basales subterráneos del tallo, dando lugar a un intenso sistema radicular fasciculado. Puede llegar a medir en profundidad dos tercios de la longitud del tallo, y su misión es netamente absorbente.

Raíces aéreas o de sostén: aparecen en los nudos de la base del tallo, por encima de la corola. Su función es de anclaje, favoreciendo la estabilidad de la planta y evitando los problemas de encamado.

1.1.6 Las hojas

En la planta de maíz encontramos tres clases de hojas vegetativas:

Foliares: se encuentran en cada uno de los nudos del tallo principal. Son alargadas, con borde áspero y algo ondulado. Constan de dos partes, el limbo, que es amplio y laminar, se sostiene por el nervio central y se extiende desde el tallo hacia fuera. La vaina, que abraza al tallo, a la altura del entrenudo; ésta es más delgada y rígida que el limbo, y posee una gruesa nerviación central. El número de las hojas es variable, pudiendo oscilar entre 10 y 30, y presentan una disposición dística y alterna (Alfaro et al., 2009).

La longitud de cada hoja depende de su posición en la planta, de las temperaturas y de otros efectos del cultivo. También la nutrición mineral, en especial la de nitrógeno, aumenta la superficie foliar total en relación al número de hojas. Dicha superficie también se ve incrementada por fotoperiodos largos y se reduce ante elevadas densidades de siembras, por efecto de la competencia y del sombreado mutuo (Silva, 2009).

1.1.7 El tallo

Acevedo Vergara, et al. (2011) plantea que el tallo es leñoso y de gran porte, que puede medir desde 50 cm hasta 4 m. Está formado por entrenudos más o menos distantes, siendo más cortos los entrenudos en la base del tallo. Tanto el número de nudos como el de entrenudos son variables.

Según el autor antes mencionado también el tallo del maíz es el único de la familia de las gramíneas que posee médula en su interior. Es grosor del tallo puedo oscilar entre 2 y 6 cm y disminuye en sentido ascendente. Su sección es circular, aunque va sufriendo una depresión desde la base hasta el nudo de inserción de la mazorca, siendo máximo en dicho nudo. Desde ese punto hasta el pedúnculo de la inflorescencia masculina, la sección vuelve a ser circular. El pedúnculo de inserción de la mazorca en el tallo es relativamente corto, dependiendo de cada variedad.

A partir de las 4 semanas siguientes a la germinación, aproximadamente, aparecen en el tallo los nudos y entrenudos y se diferencia interiormente la

inflorescencia masculina. Después los entrenudos van distanciándose entre sí dando altura a la planta y van distinguiéndose unos pequeños abultamientos laterales que son el esbozo de las espigas que darán lugar a las mazorcas. De los nudos más cercanos a la base pueden nacer tallos secundarios o hijuelos que no suelen producir mazorcas, o en el caso de producirlas suelen abortar. Mediante la mejora genética se ha conseguido que el maíz no produzca hijuelos, para evitar competencias en la planta (Poetig, 1982).

1.1.8 La semilla

El fruto del maíz, al igual que el del resto de las gramíneas se le denomina cariópside, y es seco e indehiscente. Se clasifica como grano desnudo, es decir, las glumillas que lo protegen se desprenden del mismo espontáneamente. La coloración característica del grano de maíz, viene dada por la pigmentación de la capa más externa del albumen, de base proteica, llamada aleurona; las capas internas del endospermo suelen ser de pigmentación amarilla o blanca (Poetig, 1982).

1.2 Importancia económica del maíz

El maíz está ampliamente distribuido en todo el mundo, ya que se puede cultivar en diversos agroecosistemas, incluidos los trópicos, subtrópicos y regiones templadas. Crece hasta 50° N y S desde el ecuador y a más de 3000 m por encima del nivel del mar. Es un alimento básico para la dieta de la mayoría de los países de América Latina, África y Asia. Además de su alta productividad, presenta una gran diversidad genética con genotipos silvestres y cultivados, lo que lo posiciona en uno de los cultivos más importantes para enfrentar la hambruna mundial (Pariharet al.,2016).

La importancia de este cereal se debe fundamentalmente a su amplia distribución geográfica, a las grandes posibilidades que tiene como alimento humano y animal. Además, constituye un componente esencial en los procesos industriales (Pecina et al., 2011). También se habla de la importancia del maíz en la alimentación humana debido a la reserva energética del grano. Este

contiene aproximadamente 90 % de almidón, 9 % de proteína y pequeñas cantidades de aceites y minerales. Las bajas concentraciones de proteínas y la calidad de estas se halla limitada por la deficiencia de dos aminoácidos esenciales: lisina y triptófano (Gallardo, 2016).

El grano de maíz es el concentrado energético por excelencia para la producción animal. La avicultura, la producción de cerdos y la de ganado bovino de carne y leche se sostienen en gran medida con este cereal. Sin embargo, cada vez más los mercados internacionales exigen que se profundice el destino del maíz para el consumo humano y últimamente se busca diversificar su industrialización para otros usos, básicamente para biocombustible (etanol a partir del almidón) (Raju et al., 2017).

1.3 Los Híbridos

A nivel nacional la producción de maíz se fracciona en aquellas que se generan de manera tecnificada por parte de los grandes productores (agricultura convencional) y de forma manual, conformada por los pequeños productores (agricultura tradicional), los cuales han alcanzado un rendimiento promedio de 7,1 y 4,8 $t.ha^{-1}$ respectivamente (Monteros & Salvador, 2014). La desventaja por parte de los productores privados es que no cuentan en su gran mayoría con la información necesaria ni la certificación para su producción.

Los productores privados cienfuegueros en su mayoría desconocen sobre la producción de semillas hibridas. No tienen acceso a las características representativas del cultivo, así como adaptación a la zona, niveles de producción, resistencia a plagas y enfermedades, exigencias agroclimáticas, e incluso requerimientos nutricionales. Tampoco son capacitados para considerar la calidad de los suelos en diferentes zonas, que son particularidades esenciales al momento de elegir el material genético que va a implantar en sus predios en busca de alcanzar una producción elite, y sencillamente se guían por la semilla que se encuentra en la casa comercial de su confianza.

Los rendimientos de grano de maíz varían entre genotipos, por lo que se dificulta la selección de híbridos con mayor adaptación a las condiciones ambientales de una misma localidad (Aguilar et al., 2015). La expresividad de las características

genotípicas y fenotípicas son afectadas por las condiciones ambientales presentes en localidades distintas, siendo necesaria la evaluación de los híbridos en áreas potenciales para la producción comercial de maíz (Ávila et al., 2009).

Aguiluz (1998) menciona además que pese a décadas de investigación en el desarrollo de germoplasma mejorado de maíz, aún se obtienen bajos rendimientos, consecuencia directa de factores como los climáticos, poca fertilidad del suelo, manejo agronómico inadecuado o porque no se dispone del material genético más adecuado en la región. Esto debido a que cada híbrido tiene características propias de rendimiento y adaptación, que marcan su diferencia (Paratori, 1986).

En México el uso de semillas mejoradas de híbridos y variedades de maíz es de 25% de la superficie sembrada con este cultivo, por lo que sería deseable que esta proporción se elevara (Espinosa et al., 2002). Se considera que además de contar con variedades mejoradas para uso comercial por parte de los agricultores, también es importante conocer la respuesta de esos genotipos, ante la aplicación de diferentes prácticas o bien bajo ciertos manejos, como es el caso de la remoción de la espiga y hojas, aspecto que es importante en la producción de semilla, lo anterior podría ser similar a lo que ocurre cuando se presenta una granizada que afecta la estructura y las hojas de la planta, con repercusión en el rendimiento de grano (Espinosa et al., 1998; Espinosa et al., 1999; Espinosa et al., 2004; Martínez et al., 2005 y 2006; Tadeo et al., 2005).

Padilla (2002) indica que la altura de mazorca no es afectada por el desespigue y/o defoliación. Mientras que algunos autores (Espinosa et al., 1998; Espinosa et al., 1999) mencionan que el desespigue favorece la traslocación de los fotosintatos de la espiga así como la energía que requiere la espiga para su emergencia, hacia la mazorca.

En la producción de semilla híbrida, el desespigamiento oportuno y adecuado es indispensable para mantener la identidad genética del híbrido. Este proceso es caro por los numerosos jornales que se requieren. Como alternativa, la utilización de la androesterilidad reduce y a veces evita esta actividad, lo que reduce el

precio de la semilla. Además, en ocasiones el rendimiento de semilla de las versiones androestériles ha superado al de las androfértiles (Stamp et al., 2000).

Para obtener semilla de calidad en híbridos de maíz, se requiere desespigar en forma oportuna y adecuada para lograr que se combine el progenitor masculino con el progenitor femenino y evitar que este último se contamine con su propio polen. En la actividad de desespigue se utilizan de 24 a 50 jornales por hectárea, para obtener semilla de alta calidad y con buena identidad genética. Además del alto costo económico, el desespigue representa riesgos de perder calidad al efectuarse en forma incorrecta (Tadeo et al., 2015).

1.4 Híbrido simple H-Ame15

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. A pesar de ello su contribución a la producción de maíz seco en Cuba es baja, 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.

El híbrido simple de maíz H-Ame 15 se obtuvo por el cruce entre la línea H (S3)26.4 (L-Moltó) desarrollada a partir de materiales brasileños y la línea comercial cubana CT9. L-Moltó se utiliza como parental femenino y es la línea portadora de eventos transgénicos, que adicionan al cultivo caracteres de resistencia insectos y tolerancia a herbicidas a base de glufosinato de amonio.

Estas plantas ejercen un control efectivo sobre la palomilla del maíz, *Spodoptera frugiperda* Smith, así como otros lepidópteros noctuideos, 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.*

El híbrido H-Ame 15 se caracteriza por su alta productividad proporcionada por la heterosis, a la cual se suma el valor agregado por los productos de la transgénesis que le confieren tolerancia a herbicidas a base de glufosinato de amonio y resistencia a la palomilla del maíz. La altura promedio de sus plantas es de 260 cm y la posición de la mazorca a 161 cm del suelo. Posee un ángulo de inserción de la lámina foliar al tallo, con tendencia a lo estrecho, 33º.

En sus flores se distingue el color rosado de las anteras de las panojas y los estigmas de las mazorcas. Son plantas prolíferas con una o dos mazorcas y se destaca la condición de senescencia retrasada. Las mazorcas son cilíndricas, con buen cierre, conformadas por 16 hileras y 30 granos por hilera. Los granos son de color amarillo y semicristalinos. La producción promedio de granos por mazorca es de 180 g, para un potencial de más de 12 $t.ha^{-1}$ en una población de 71 000 plantas ha^{-1} (Téllez et al., 2021).

Capítulo II: Materiales y métodos

La investigación se realizó bajo un diseño experimental en el Campo 8 de la Empresa Agropecuaria de Horquita del municipio Abreus en etapa poco lluviosa en las campañas de frío 2020-2021 y 2021-2022 , el mismo pertenece al poblado Mijalito, ubicado al Suroeste de la cabecera municipal, en los 22^0 09,31,, lat. N y los 80^0 43, 20,,long. O, en la llanura de Cienfuegos, a 10 m de altitud. La altitud está dentro del rango permisible para el desarrollo del cultivo del maíz que

comprenden desde el nivel del mar hasta más de 4 000 m.s.n.m según García et al. (2013).

La primera evaluación comenzó en el periodo del 28 de diciembre del 2020 hasta el 30 abril de 2021; mientras que la segunda evaluación se realizó desde la siembra el 24 de diciembre del 2021 hasta el 25 de abril del 2022 cuando se realiza la cosecha. El material de siembra utilizado provino del CIGB de la Habana correspondiendo a las líneas H(S3)26.4 (hembra) y CT9 (macho) de maíz con marco de siembra de (0.90 x 0.25m).

El tipo genético del suelo es Ferralítico Amarillento Lixiviado (FRAL) según la Clasificación de los Suelos de Cuba (Hernández, 2015). Los análisis agroquímicos previo a la plantación se indican en la Tabla 1:

Tabla 1. Análisis agroquímicos del suelo.

Campañas	pH	Materia orgánica (%)	P_2O_5 (mg100 g suelo)	Conductividad eléctrica (ds/m^{-1})
2020-2021	6,77	4,07	22,33	0,30
2021-2022	6,45	4,10	22,80	0,30

La preparación de suelo y la siembra fueron mecanizadas. La sembradora JUMIL JM2570 PD SH se reguló para que entregara 4 semillas por metro lineal ya que la germinación era mayor de 80%. Se ajustó la siembra para que la disposición de las semillas en los órganos permitiera la siembra de 2 surcos de la línea CT9 (macho) por 6 surcos de la línea H(S3)26.4 (hembra). En el inicio como en el final del área se sembraron 4 surcos de la línea macho en cada lado.

La disposición de las líneas tuvo una secuencia de seis surcos de hembras y dos surcos de macho en los bordes. La línea macho CT9 se cosechó a los 85 días después de la siembra como maíz tierno; dicha línea se denomina Refugio a la plantación de maíz convencional, ocupando un área no menor del 10% del área del maíz transgénico. Su objetivo es el manejo de riesgo de aparición de insectos

resistentes, al propiciar un nicho para el desarrollo de insectos plagas susceptibles a las toxinas transgénicas expresadas en cultivo Bt. En este caso la línea convencional (CT9) intercalada con la transgénica funciona como refugio en la plantación.

Durante la etapa investigativa se realizó la selección negativa para eliminar las plantas fuera de tipo o enfermas para garantizar la homogeneidad de la población.

La fertilización fue del fertilizante mineral 9-13-17 a razón de 300 $kg.ha^{-1}$ (recomendado 600 $kg.ha^{-1}$ según Ficha Técnica 2020). En la etapa vegetativa se aplicaron 100 $kg.ha^{-1}$ de urea, tres aplicaciones de Codafol a razón de 2 $L.ha^{-1}$ y Fitomas 2.5 $L.ha^{-1}$. Para las plantas indeseadas se usó Dual Gold 1 $L.ha^{-1}$ y Halt CE 96 a razón de 1 $L.ha^{-1}$ respectivamente. Para el control de plagas y enfermedades se aplicó CelesTop (3 ml/kg) y Saddler (15 ml/kg). Las labores de manejo agronómico se efectuaron de igual manera para todas las unidades experimentales.

Descripción del diseño experimental

El área total sembrada fue de 4 ha^{-1} (40 000 m^2), lo que representaron 444 surcos. Cada hectárea contó con 111 surcos (44 400 plantas), de ellos 79 surcos hembras (31 600 plantas) y 32 surcos machos (12 800 plantas) respectivamente.

Se condujo en un diseño experimental aleatorio simple; en el mismo se tomaron 5 réplicas de 100 m^2 cada una para evaluar 50 plantas hembras de 316 en cada unidad experimental hasta su cosecha. Lo que representa el 15,82% de plantas medidas por parcela. Se usó el paquete estadístico InfoStat V-2015 para $P \leq 0.05$. Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (variable dependiente) y Campañas de siembra (variable independiente).

2.2.1 Evaluación morfológica de la línea de *Zea mays* H (S3)26.4 durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022 en la Empresa Agropecuaria Horquita, Granja 4 KUBAN 8 (según metodología de MacRobert et al., 2015)

Variables evaluadas

1. Altura de la planta (cm): Se midió con una cinta métrica, desde la superficie del suelo hasta la inserción de última hoja a los 45 y 60 días después de la siembra (DDS).

2. Número de hojas por planta: Se contó el número de hojas por planta sin tomar en cuenta el daño mecánico a los 45 y 60 DDS.

3. Altura de inserción de la primera mazorca (cm): Se midió desde la superficie del suelo hasta la inserción de la mazorca con una cinta métrica a los 60 DDS.

4. Altura de la hoja bandera (cm): La medición de esta variable, se realizó con una cinta métrica desde la superficie del suelo hasta la lígula de la hoja bandera a los 45 y 60 DDS.

5. Desespigue: (días desde el comienzo hasta la última planta desespigada)

6. Diámetro del tallo (mm): Se midió con un Pie de Rey a los 45 y 60 DDS

2.2.2 Cuantificación del rendimiento de la línea de *Zea mays* H (S3)26.4 durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022 en la Empresa Agropecuaria Horquita, Granja 4 KUBAN 8(según metodología de MacRobert et al., 2015)

Variables evaluadas

1. Número de mazorcas por plantas (u): Se contaron las mazorcas de cada planta a los 60 DDS.

2. Peso de la mazorca: Se pesó cada mazorca de forma individual por planta en gramos en el momento de la cosecha.

3. Longitud de la mazorca (cm): Se midió el largo con una cinta métrica de forma individual por planta en gramos en el momento de la cosecha.

4. Diámetro de la mazorca (cm): Se dividió la mazorca en tres estratos, se sumaron y se dividieron para obtener un promedio, esto se hizo por cada mazorca.

5. Diámetro de la tusa (cm): Se dividió la tusa en tres estratos, se sumaron y se dividieron para obtener un promedio, esto se hizo por cada tusa.

6. Número de hileras o filas por mazorca: Se contó el número de filas que tenía cada mazorca.

7. Número de granos por fila: Se contó el número de granos en tres filas para luego sacar un promedio y determinar el número de granos por fila.

8. Número de semillas por mazorca: Una vez desgranada la mazorca se contó el número de semillas por cada mazorca.

9. Cobertura de la mazorca: Cierre del pico de la mazorca. (Metodología del CIMMYT 1995).

Se registraron el número de mazorcas por planta evaluada que antes de la cosecha tengan expuesta alguna parte de la mazorca y se calificaron según la escala de 1 a 5 cuando las mazorcas están completamente desarrolladas y se estén secando las brácteas como se observa en la Tabla 2. La mejor época es de 1 a 3 semanas antes de la cosecha, descrita a continuación e ilustrada en la Figura 3.

10. Rendimiento en kg por hectáreas.

Se realizó tomando el promedio de peso de semillas por mazorca y se hizo una estimación por la densidad poblacional, dando como resultado el rendimiento obtenido en cada uno de los tratamientos.

Ecuación:

R= Promedio de peso de semilla por mazorca * densidad poblacional

Tabla 2. Calificación de cobertura por las brácteas en las mazorcas

Escala de calificación	Cobertura por las brácteas
1 Excelente	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
2 Regular	Cubren apretadamente la punta de la mazorca.

3 Punta expuesta	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta.
4 Grano expuesto	Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta.
5 Completamente	Cobertura deficiente; la punta está claramente inaceptable expuesta

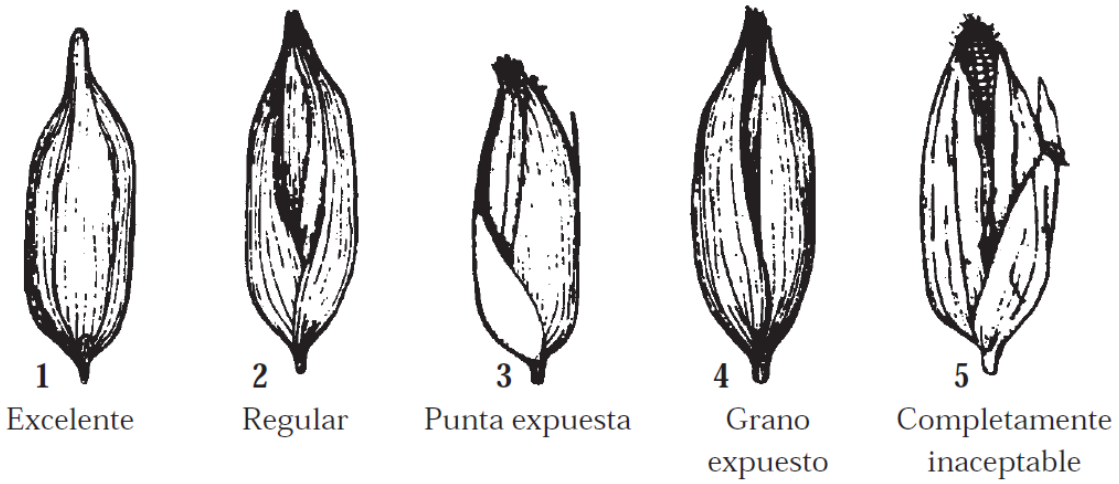

Figura 3. Escala de calificación de la cobertura de la mazorca

19. Efectos de plagas y enfermedades: durante el ciclo del cultivo se realizaron anotaciones de incidencias pertinentes sobre las mismas.

3.3 Evaluación de la Calidad Física en el Laboratorio Provincial de Semillas de Caonao.

El estudio se realizó con ocho muestras recibidas en el Laboratorio Provincial de Semillas de Cienfuegos, MINAG. Para determinar la calidad física de los mismos y el diagnóstico fitosanitario se determinaron en laboratorio las variables:

cantidad de semillas puras, materia inerte, cantidad de semillas frescas, puras y muertas según la Norma Cubana NC: 70:01, perteneciente a las Normas ISTA. Para el conteo de germinación se consideraron semillas germinadas aquellas cuya longitud de radícula excedía la longitud de la semilla. Para ello se determinó el porcentaje de germinación y el número de plántulas normales y anormales.

Capítulo III: Resultados y discusión

3.1 Evaluación morfológica de la línea de *Zea mays* H (S3)26.4 durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022 en la Empresa Agropecuaria Horquita, Granja 4 KUBAN 8

Este resultado se genera por ser un sistema de producción de manera tecnificada por parte de la empresa, que recibió asesoramiento y cuenta con la información necesaria que les proporcione las características representativas del cultivo, así como la adaptación a la zona, niveles de producción, resistencia a

plagas y enfermedades, exigencias agroclimáticas, requerimientos nutricionales, considerando la calidad de los suelos de la zona, que todos esos factores con particularidades esenciales fueron considerados al momento de elegir el material genético a implantar, en este caso las líneas de maíz.

Como se observa en la Tabla 3, el comportamiento de dichas variables es un resultado promisorio en la producción de semilla híbrida y el establecimiento de líneas transgénicas en la localidad. Como refiere Ávila et al., 2009, la expresividad de las características genotípicas y fenotípicas son afectadas por las condiciones ambientales, en áreas potenciales para la producción comercial de maíz.

Entre las variables consideradas factores determinantes para la evaluación morfológica de las plantas están la altura (h), diámetro del tallo (dt), número de hojas (nh) y altura de la hoja bandera (hhb), (Tabla 3) muestra que no hubo diferencias significativas ente las parcelas ni entre las campañas (C). Éstas tuvieron un comportamiento similar: h (114,85 - 138,42); dt (22,97 - 35,28); nh (12,6 - 12,32) y hhb (105,25 - 136,82).

Tabla 3. Valores medios y desviación estándar de las de las variables morfológicas a los 45 DDS para la prueba de Kruskal-Wallis (P≤0.05)

C: Campaña, P: Parcela, h: Altura, dt: Diámetro del tallo, nh: Número de hojas, hhb: Altura de la hoja bandera

C	P	h **(cm)**			dt**(mm)**			nh**(u)**			hhb**(cm)**		
1	1	108,3	±	37,3	22,7	±	4,1	12,6	±	1,5	101,04	±	34,48
1	2	110,2	±	30,4	23,2	±	4,5	12,4	±	1,5	102,60	±	28,9
1	3	112,9	±	36,5	23,1	±	4,5	12,7	±	1,8	105,04	±	34,65

1	4	125,0	±	36,8	22,9	±	3,4	13,0	±	1,1	112,98	± 31,76
1	5	112,5	±	28,3	23,1	±	4,0	12,4	±	1,2	104,60	± 26,91
2	1	137,2	±	11,6	19,6	±	1,4	11,9	±	0,9	131,12	± 12,39
2	2	142,5	±	4,4	20,3	±	1,1	12,4	±	0,8	141,88	± 4,26
2	3	139,7	±	5,6	20,0	±	0,6	12,5	±	0,8	139,34	± 5,55
2	4	136,3	±	11,5	19,7	±	1,2	12,5	±	0,8	135,98	± 11,54
2	5	136,2	±	13,7	96,7	±	56,4	12,2	±	0,9	135,80	± 13,72

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) sugiere densidades óptimas de siembra de 65 000 plantas ha^{-1}, para genotipos tropicales de maíz que tengan una altura de la planta superior a los 240 cm. (Flores et al., 2017). Nuestro estudio tiene menor densidad de plantas adaptadas a las condiciones con resultados de altura inferior a 200 cm.

Tabla 4. Valores medios y desviación estándar de las de las variables morfológicas a los 60 DDS para la prueba de Kruskal-Wallis (P≤0.05)

C: Campaña, P: Parcela, h: Altura, dt: Diámetro del tallo, nh: Número de hojas, hhb: Altura de la hoja bandera, hi1m: Altura intercepción de la primera mazorca, nm: Número de mazorcas

C	P	h **(cm)**			dt**(mm)**			nh**(u)**			hhb**(cm)**		
1	1	183,6	±	42,6	23,1	±	3,1	13,0	±	1,6	171,9	±	44,6

1	2	198,8	±	26,3	23,6	±	2,9	13,0	±	2,3	187,9	±	29,4
1	3	196,8	±	23,2	23,3	±	2,4	13,0	±	2,2	188,2	±	21,8
1	4	197,8	±	27,4	23,9	±	2,7	13,1	±	2,6	189,3	±	25,5
1	5	175,6	±	52,9	22,9	±	3,2	13,1	±	1,4	160,2	±	55,4
2	1	195,3	±	11,1	23,9	±	2,2	12,5	±	0,9	190,0	±	10,4
2	2	199,6	±	9,5	23,6	±	1,8	12,8	±	0,7	197,4	±	15,8
2	3	195,4	±	9,7	23,2	±	1,8	12,4	±	0,8	195,2	±	9,7
2	4	198,9	±	9,2	23,7	±	2,1	12,2	±	0,7	198,7	±	9,2
2	5	198,1	±	10,6	23,3	±	1,8	14,4	±	14,	197,8	±	10,7

Tabla 4. Continuación

C	P	hi1m **(cm)**	nm **(u)**

1	1	58,86	±	30,24	3,06	±	1,72
1	2	60,98	±	24,73	3,58	±	1,62
1	3	68,14	±	20,83	3,38	±	1,32
1	4	64,74	±	19,95	3,68	±	1,25
1	5	56,88	±	30,90	2,98	±	1,67
2	1	81,86	±	5,36	3,54	±	0,68
2	2	81,00	±	4,98	3,94	±	0,65
2	3	79,76	±	2,68	3,72	±	0,76
2	4	80,16	±	4,73	3,94	±	0,74
2	5	81,02	±	3,01	3,58	±	0,54

En la Tabla 4 se aprecia que no hubo diferencias significativas entre las variables morfológicas. El comportamiento fue similar en todas las parcelas y las campañas. La campaña 2 (2021-2022) a pesar de no tener diferencias estadísticas significativas se caracterizó por tener plantas más vigorosas, destacando su altura y la altura de la hoja bandera. Este aspecto es positivo si tenemos presente la relación con el rendimiento final.

Lo antes planteado se justifica porque el rendimiento de los cultivos es dependiente al tamaño en el área foliar, el índice de área foliar y la duración de la misma, que es ocasionado por la presencia del mayor número de hojas por unidad de superficie, según (Olalde et al., 2000), por ello las plantas que reciben la mayor proporción de energía radiante, tendrán una eficiencia fotosintética aumentada, aquellas plantas que se desarrollan más grandes y frondosas

tienden a realizar sus procesos bioquímicos de manera correcta con rendimientos favorables (Arboleda, 2011).

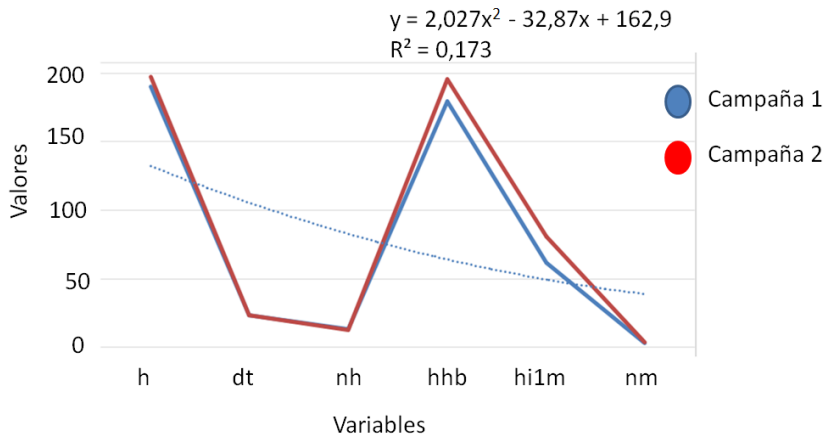

Figura 4. Media aritmética y ecuación de regresión por campaña a los 60 DDS

h: Altura, dt: Diámetro del tallo, nh: Número de hojas, hhb: Altura de la hoja bandera, hi1m: Altura intercepción de la primera mazorca, nm: Número de mazorcas

El comportamiento a los 60 DDS de la altura de intercepción de la primera mazorca y el número de mazorcas sin diferencias significativas estadísticamente (ver Figura 4), pero se sugiere informar que la altura de intercepción de la primera mazorca superaba a más de 19 cm como media a la primera campaña. El número de hojas siempre estuvo relativamente similar en ambos ciclos. Se considera que el rendimiento del cultivo expresado depende de la adaptación de la planta en el ambiente y el desarrollo que la misma puede alcanzar en la zona sembrada.

La producción de materia seca de un cultivo está directamente relacionada con el aprovechamiento de la radiación solar incidente. Además, para alcanzar los máximos rendimientos en situaciones sin limitaciones ambientales importantes, los cultivos deben aprovechar en su totalidad la radiación solar disponible durante los momentos críticos de determinación de rendimientos (Barroso 2017).

Las variables altura de la planta, altura de intercepción de la primera mazorca y el número de hojas guardan relación en el desarrollo del hibrido, porque a medida

que aumenta el tamaño de la planta, incrementa el número de hojas y por ende la altura de intercepción de la mazorca será más alta. Pronosticando como resultado la producción de una mayor biomasa, tomando en consideración la altura de la planta y la cantidad de hojas presentes. Mediante estudios realizados se menciona que la eficiencia en el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz depende de la cantidad de biomasa que se distribuye hacia el grano (Paliwal et al., 2001).

La tasa de crecimiento del cultivo es considerado un índice específico que refleja la productividad del cultivo, según Santos et al. (2010), por lo que las plantas de maíz que alcanzan alturas más elevadas tienen rendimientos potenciales más altos, a pesar de ser esta una variable que depende de un número elevado de factores como el ambiente y la variedad de la semilla. La mención se corrobora en nuestra investigación al observar las variables antes mencionadas y el rendimiento, tomando en cuenta que las líneas utilizadas tienen doble propósito, el de producir semillas en el caso de la línea hembra y en el caso de la línea macho para consumo forrajero.

Según Vázquez y Ruiz (1993), el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo. La resistencia que presenta la planta de maíz al acame depende en gran medida del diámetro del tallo, lo que es afirmado por Torres (1993), considerando que el diámetro del tallo tiende a disminuir cuando se aumenta la densidad de siembra, debido a la competencia entre las plantas, INTA (2001) afirma que la aplicación de nitrógeno es uno de los factores que influye en el diámetro del tallo.

La altura de inserción de la primera mazorca fue menor en ambas campañas en relación a los híbridos Trueno N. y Pioneer F. (Guamán et. al., 2020) siendo de 81,2 cm, considerado el valor más elevado obtenido en la investigación. De manera contraria en el mismo caso experimental los valores más bajos fueron de Iniap H. con 69,6 cm, superiores al obtenido con la línea H(S3)26.4 e inferior a Gladiador D. con 57,7 cm respectivamente.

La altura de planta al momento de la cosecha obtuvo diferencia entre campañas de 6,94 cm, no se presentaron diferencias significativas estadísticamente. Se

observaron diámetros de tallos superiores a 2 cm, con media entre campañas de 2,35 cm aunque sin diferencias significativas entre ellos. El número de mazorcas no varió estadísticamente lo que indica que hay una relación entre la altura, diámetro del tallo y número de mazorcas en la línea de estudio. Resultados similares cita Intriago y Torres (2018) evaluando efectos del arreglo de siembra y densidad poblacional en maíz que no encontraron diferencias significativas en altura de planta y diámetro del tallo, usaron dichas variables como indicadores tempranos de rendimiento de maíz.

La altura de planta es una característica fisiológica determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis y puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes (Somarriba, 1998), citado por Martínez y Sandoval (2020). En altura de planta y altura de inserción de la primera mazorca dio resultados similares a Tadeo et al., 2016.

A medida que la planta crece se pueden perder de tres a cinco hojas debido a la falta de nutrientes, engrosamiento del tallo, alargamiento de entrenudos y enfermedades foliares; a la vez que más hojas se exponen a la luz solar, la tasa de materia seca aumenta gradualmente (Somarriba, 1998).

Sin embargo, Corral et al.(2019) encontró un hallazgo similar cuando evaluaron dos genotipos de maíz, reportaron promedios de altura de 106 cm y 194 cm, respectivamente. Esto coinciden con lo señalado por Sánchez et al.(2011) quienes describieron que los genotipos de maíz tradicionales, presentan distintas variaciones en su crecimiento según las localidades que crecen, si las condiciones climáticas son favorables, tienen una mejor actividad fotosintética, lo cual induce un óptimo crecimiento y desarrollo.

3.2 Cuantificación del rendimiento de la línea de *Zea mays* H (S3)26.4 durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022 en la Empresa Agropecuaria Horquita, Granja 4 KUBAN 8

Tabla 5. Valores medios y desviación estándar de las de las variables productivas para la prueba de Kruskal-Wallis (P≤0.05)

C: Campaña, R: Resumen, np: Número de plantas, nm: Número de mazorcas, pm: Peso de la mazorca, lm: Longitud de la mazorca, dm: Diámetro de la mazorca

C	R	np**(u)**	nm **(u)**	pm **(kg)**	lm **(cm)**	dm**(mm)**
1	N	103	103	103	103	103
1	Media	25,25	1,59	0,14	13,97	4,55
1	D.E.	14,26	0,63	0,05	2,4	0,41
1	CV	56,46	39,76	36,39	17,16	8,94
2	N	111	111	111	111	111
2	Media	26,27	1,66	0,15	14,8	4,51
2	D.E.	14,64	0,67	0,04	1,77	0,42
2	CV	55,71	40,26	26,01	11,93	9,35

En las variables consideradas como factores determinantes para el rendimiento, como longitud, diámetro y peso de la mazorca obtuvieron un valor sin diferencia estadística significativa, presentadas en las tablas anteriores el comportamiento se mantuvo similar. Según Aguilar et al. (2015) los rendimientos de grano de maíz varían entre genotipos, por lo que se dificulta la selección de híbridos con mayor adaptación a las condiciones ambientales de una misma localidad.

Sangoi (2001) refiere, 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. Respecto a la variable longitud de la mazorca (lm) obtuvo media

general por campaña de 12,8 cm, inferior al obtenido por Villacís (2021); el mismo puso en manifiesto la existencia de diferencias significativas con valores de 19,19 cm según el caso.

El peso de las semillas por mazorca no tuvo diferencia estadística. En estudios de Intriago y Torres (2018) se observó que a densidades de 62,000 plantas/ha no tuvo un cambio significativo estadísticamente a través de los arreglos, pero se evidenció la tendencia a tener mayores pesos específicos. Aunque el peso específico también fue mayor a 82,000 y 102,000 plantas/ha bajo hileras simples (Tabla 6).

Tabla 6. Valores medios y desviación estándar del rendimiento de las mazorcas por campaña para la prueba de Kruskal-Wallis (P≤0.05)

nf: Número de filas, ngf: Número de granos por fila, ngm: Número de granos por mazorca, psm: Peso de la semilla por mazorca, dT: Diámetro de la tuza

C	R	nf**(u)**	ngf**(u)**	ngm**(u)**	psm**(kg)**	dT**(cm)**
1	N	103	103	103	103	103
1	Media	12,7	21,41	278,16	0,1	3,59
1	D.E.	3,27	5,37	119,81	0,06	0,37
1	CV	25,71	25,07	43,07	65,92	10,38
2	N	111	111	111	111	111
2	Media	12,75	21,62	281,68	0,11	3,6
2	D.E.	3,18	5,26	116,95	0,07	0,28

2	CV	24,91	24,31	41,52	65,73	7,68

Aguiluz (1998) menciona además que pese a décadas de investigación en el desarrollo de germoplasma mejorado de maíz, aún se obtienen bajos rendimientos, consecuencia directa de factores como los climáticos, poca fertilidad del suelo, manejo agronómico inadecuado o porque no se dispone del material genético más adecuado en la región. Esto debido a que cada híbrido tiene características propias de rendimiento y adaptación, que marcan su diferencia (Paratori, 1986).

Por medio de estas comparaciones se afirma que la adaptabilidad de una planta depende de la zona agroclimática donde está plantada. Lo anterior se corrobora por Wong y Gutiérrez del Río (2007); quienes mencionan que los híbridos comerciales poseen una mayor longitud y peso de la mazorca para obtener los más altos rendimientos. También estas características se conservan, siempre y cuando el sitio de siembra mantenga las condiciones agronómicas requeridas por el híbrido; también observaron que el diámetro y la longitud de mazorca contribuyen a aumentar el número y tamaño de granos por mazorca por unidad de superficie y, por lo tanto, el rendimiento, lo mismo coincide con Guamán et al., 2020.

Cuando las plantas están bajo condiciones de estrés a causa de los entornos agroclimáticos del lugar en donde está establecida, esta acción de adaptabilidad repercute en la productividad y la calidad de los frutos (Garzón et al., 2013). Por lo que se puede afirmar que la línea no es la mejor adaptada a en las condiciones del lugar si se tienen referencia de datos en otros territorios de Cuba.

Según el análisis estadístico para el número de filas (Nf) ≤0,05), no se visualizaron diferencias significativas (P≤0,05) para dicha variable, registrando promedios similares en cada parcela y campaña. Resultados de (Villacís 2021) en su estudio ¨Evaluación de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de maíz¨, se encuentran resultados semejantes a los expuestos donde cita según la prueba de Tukey (P≤0,05), no se visualizaron diferencias significativas (P>0.05) para la variable número de hilera de mazorcas (Nf) entre

los tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 5,66%, registrando los mismos promedios.

El número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras y a su vez por la alimentación mineral e hídrica, así como por la densidad y la profundidad de las raíces, se sabe que adecuadas dosis de nitrógeno tienen influencias positivas sobre los componentes de los rendimientos entre ellos el número de granos por hilera (Blandón y Smith, 2001).

Endicott et al. (2015) indican que la mayoría de los híbridos de madurez media promedian 14, 16 o 18 hileras de granos, pero pueden ser menos o más. Los números de hileras inferiores están muy relacionados con los híbridos de madurez temprana. Las situaciones estresantes metabólicas severas durante estas etapas, como el momento adecuado de las aplicaciones de algunos herbicidas, pueden reducir el número de hileras de granos producidas. Sin embargo es importante tomar en cuenta lo mencionado por Quiro (2017), quien indica que el número de hileras de mazorca no se ve afectado por la densidad de plantas ya que está se encuentra determinada genéticamente.

Según Centeno y Castro (1993), el número de hileras por mazorca estará en dependencia de la longitud y diámetro de la mazorca, también citado por Martínez y Sandoval (2020). En ambas campañas no hubo diferencias estadísticas entre parcelas, lo que indica que tendría un comportamiento similar en condiciones futuras.

El diámetro del tallo fue superior de 2 cm en todos los casos; por ello se obtuvieron una buena lignificación en los tallos, lo cual se debió a que esta líneas de producción de híbrido hizo un buen uso de los factores agroambientales, así beneficiando la síntesis de metabolitos primarios, especialmente carbohidratos que constituyen la estructura de los tejidos parenquimáticos, aquellos que le dan sostén a la planta para dicha variable. En este sentido, Loza et al. (2017) describieron que un desbalance en los procesos fisiológicos se detiene el desarrollo de los componentes morfológicos.

Dentro de las variables consideradas factores determinantes para el rendimiento está la longitud de la mazorca (Guamán et. al., 2020) con diferencia estadística

altamente significativa (p≤0,0001), difiere de resultados Tadeo et al., 2016; al igual que el peso de semillas por mazorca (P≤0.05) que origina una diferencia altamente significativa (Tabla 7). El resto de las variables no obtuvieron diferencias estadísticas lo que puede estar relacionado a que cuando las plantas están bajo condiciones de estrés a causa de los entornos agroclimáticos del lugar en donde está establecida, esta acción de adaptabilidad repercute en la productividad (Garzón et al., 2013). Estos resultados son similares a los obtenidos por Espinosa et al.(2012), quienes detectaron diferencias en la longitud de la mazorca.

El peso de las semillas por mazorcas mostró la capacidad de la planta de trasladar nutrientes acumulados durante su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva (Tabla 7), su movilización contribuye al rendimiento en una producción que difiere con las variables y las condiciones del medio ambiente. Según Martínez y Sandoval (2020), el rendimiento en el grano de maíz está relacionado con la aplicación de fertilizantes, aporte de humedad, densidad poblacional, y el potencial de rendimiento de la variedad, coincidiendo con nuestro caso.

El largo o longitud de la mazorca es un parámetro de influencia directa en el rendimiento acompañado del diámetro y el llenado de la mazorca de maíz (Domínguez, 2005). Ambas variables promediaron valores en las campañas de 4,53 cm en el caso del diámetro de la mazorca y 279,92 granos por mazorcas.

El diámetro de la mazorca no varió estadísticamente (Tabla 7), pero no se debe a usar el mismo marco de siembra ya que estudios de Mera (2015) indica que en su investigación las altas densidades de siembra tuvieron un efecto inversamente proporcional en otras variables como fue el caso de la longitud y el diámetro de mazorca, pues se pudo observar que tanto la longitud y el diámetro de mazorca disminuyeron conforme aumentó la densidad de siembra (Mera y Montaño, 2015).

Tabla 7. Resultados de la prueba de Wilcoxon para muestras independientes por campañas ** Indica diferencias significativas (P≤0.05)

np: Número de planta, nm: Número de mazorca, pm: Peso de la mazorca, lm: Longitud de la mazorca, dm: Diámetro de la mazorca, nf: Número de filas, ngf: Número de granos por fila, ngm: Número de granos por mazorca, psm: Peso semillas por mazorca, dT: Diámetro de la tuza.

Variable por campañas	W	P (2 colas)
Np	10836	0,6
Nm	10798,5	0,5
Pm	10391	0,13
Lm	9688,5	0**
Dm	11364	0,52
Nf	10969,5	0,82
Ngf	10908	0,72
Ngm	10916,5	0,73
Psm	9843,5	0,01**
dT	10855,5	0,63

Al determinar el número de mazorcas por plantas no se presentó diferencia estadística significativa (p=0,5), sin embargo alcanzó valores de 1,62 por planta, los rangos más bajos fueron en la campaña 2020-2021. Dichos resultados son

superiores a la variedad Trueno N del estudio de (Guamán et. al., 2020) que refirió el rango más bajo con 1,4 y 1,1 mazorcas por plantas promedio respectivamente.

Reddy y Daynard (1983) citados por Rossatto (2018) manifiestan que las diferencias en el peso de los granos pueden ser explicadas mediante variaciones en la duración de llenado efectivo, o modificaciones en la tasa de acumulación de materia seca durante esta etapa. Los genotipos o híbridos de alto peso de granos presentan altas tasas de llenado durante la fase de llenado efectivo y alto número de gránulos de almidón formados. Trabajos realizados sobre densidades de población en híbridos de maíz bajo temporal, en el trópico húmedo, demostraron que al aumentar la densidad de 50 000 a 62 500 planta ha^{-1}, obtuvieron el mayor rendimiento de grano, pues se incrementó en 0,30 $t.ha^{-1}$ (Santos 2018). Sin embargo Guevara et. al., 2005 también se reportó que el rendimiento aumentó 0,6 $t.ha^{-1}$, al incrementar la densidad de población de 60 000 a 70 000 plantas ha^{-1}.

La Tabla 7 evidencia que en bajas densidades de siembra en comparación a estudios de Blanco y González (2021) con densidades de 88 888 plantas ha^{-1} (doble de las plantas de nuestro estudio), las plantas de maíz tuvieron menos competencia por agua y nutrientes y viceversa, así crecen en busca de la luz solar, de esta manera iguala en la altura y no supera a las plantas que se sembraron en dicho estudio a diferentes densidades. En este sentido se propone para estudios posteriores un aumento de la densidad para provocar en las plantas mayor crecimiento por tratamientos con mayor altura, se obtiene las menores distancias entre plantas y el mayor número de plantas por nido. Según Blanco, Afifi y Swanton (2015) la altura de la planta es un parámetro que depende, en mayor medida, de factores externos del medio.

Bajo las condiciones del estudio Blanco y González (2021), el incremento en densidad de 44 444 a 88 888 plantas ha^{-1} aumentó el rendimiento de granos en un 50 %. Este incremento fue similar al encontrado en otros estudios, en los cuales se observaron aumentos del rendimiento de grano en densidades superiores a 50 000 plantas ha^{-1} (Guevara et. al., 2005; Roca 2019).

Por lo general los híbridos comerciales previos a su liberación al mercado son evaluados exhaustivamente tanto en condiciones controladas como en campo; por ende, sus creadores recomiendan una densidad de siembra determinada. No obstante, en ocasiones estas no se acoplan a las condiciones agroclimáticas de las zonas de cultivo, no por falta de calidad en el material vegetal, sino por factores relacionados con el manejo antes y durante el establecimiento y desarrollo de los cultivares, entre estos factores se destaca el arreglo espacial o densidad poblacional del cultivo, el cual influye directamente sobre los parámetros productivos de las plantas (Villacís 2021).

Se trabajó con la densidad poblacional recomendada por los decisores, al hacer otros estudios pudieran establecerse mejores resultados. El rendimiento en ambas campañas resultó 3,16 $t.ha^{-1}$ con una densidad de plantas productivas de 31600 plantas, lo que induce la necesidad de seguir buscando alternativas de producción del mismo para la producción de semillas.

3.3 Análisis de la calidad de la semilla del híbrido simple de maíz H-Ame15 en el Laboratorio Provincial de Semillas Cienfuegos.

Las semillas amparadas por este Certificado cumplen con los índices mínimos de calidad establecidos en las normas vigentes aprobándose las mismas para su empleo como material de siembra o reproducción (Tabla 8). Se muestra un bajo porcentaje de germinación (Becerra et al., 2022), pudiera influir en el rendimiento del grano, teniendo presente que los progenitores en el momento de la siembra tenían un 80% de germinación.

Tabla 8. Análisis de la calidad física de la semilla del híbrido simple de maíz H-Ame15

VA: Valor agrícola

Pureza **%**	Germinación **%**	Hume	VA

Semillas Puras	Otras Semillas	Materia Inerte	N° de días	Plántulas Normales	Plántulas Anormales	Semillas Frescas	Semillas Duras	Semillas Muertas	dad %	
98.39	0.00	1.61	7	85	5	0	0	10	15.4	84 %

Estudios de Antuna et al. (2003) donde evalúan componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz, incluyendo el rendimiento de grano, indican que la calidad fisiológica inicial de las semillas no influye directamente en los caracteres agronómicos durante el desarrollo del cultivo. Mientras que Ortega (2014) cita que la alta capacidad de rendimiento en el campo e industria y la respuesta favorable en la resistencia a plagas, son factores esenciales que se mantienen si se cuenta con semilla de alta calidad.

La calidad de estas semillas tiene un efecto fundamental en el rendimiento final, por lo que resulta de suma importancia poder discriminar entre diferentes lotes de semillas. Semillas de alta calidad podrían sembrarse en condiciones no óptimas, o podrían ser almacenadas por mayor tiempo en comparación con lotes de menor vigor, pero dentro del rango de calidad. Esto coincide con lo planteado por McDonald (1998) y citado por Becerra et al., 2022, que sugiere que los programas de control de calidad de las semillas, basados en ensayos bien fundamentados, asegurarían que sólo las mejores semillas se ofrezcan en el mercado.

Estos resultados (Tabla 8) se pueden ser por la presencia de impurezas debido a que durante la selección no se realiza una adecuada limpieza por parte de los trabajadores, por lo cual el polvo, semillas de malezas de hojas tallos, semillas

de malezas y material inerte como partícula de tierra y otros como lo manifiesta. Por ello si los procedimientos no se cumplen para el control de la calidad en las áreas de producción de semillas, se pierde o daña la sanidad, germinación y vigor (calidad fisiológica) en semillas que posteriormente serán analizadas.

La calidad es un elemento esencial a considerar en la producción de semillas, tanto para evitar la contaminación y cumplir los estándares de calidad requeridos, como para obtener los volúmenes adecuados de semilla aprovechable. La calidad fisiológica implica la integridad de las estructuras y procesos fisiológicos que permiten a la semilla mantener altos índices de viabilidad. Los principales indicadores de la calidad fisiológica son la germinación y el vigor, que dependen del genotipo y del cuidado de su desarrollo en la producción y del manejo poscosecha (Moreno et al., 1988).

Conclusiones

1. Las variables consideradas factores determinantes para la evolución de las plantas no obtuvieron diferencias significativas ente las parcelas ni entre las campañas.

2. Longitud de la mazorca (P≤0.0001) y Peso de semillas por mazorca (P≤0.05) mostraron diferencias estadísticas, para un rendimiento medio en ambas campañas de 3,16 $t.ha^{-1}$.
3. Los resultados de los análisis de calidad de las semillas determinaron que cumplen con los índices mínimos de calidad establecidos en las normas vigentes aprobándose las mismas para su empleo como material de siembra o reproducción.

Recomendaciones

Evaluar la producción del híbrido simple de maíz H-Ame15 sometida a otras densidades de siembra mayores a las recomendadas en la Ficha Técnica

Referencias Bibliográficas

Acevedo, R., Jaramillo, C., Cabello, M., Larenas, V., González, I., & Leyton, G. (2011). Cropcheck Chile: (Manual De Recomendaciones Cultivo De Maíz). Santiago: Programa: Convenio Subsecretaria de Agricultura. Fundación Chile.

Acosta Roca, R., (2005). Caracterización y Selección participativa de variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) en La Palma, Pinar del Río y Batabanó. (Tesis de Maestría). Universidad de La Habana.

Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. *Cultivos tropicales*, 30(2).

Aguilar, C., Escalante, J. A. & Aguilar, I. (2015). Análisis de crecimiento y rendimiento de maíz en clima cálido en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno. *Revista Terra Latinoamericana*, *33(1),* 51-62.

Aguiluz, A. (1998). Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de grano blanco y amarillo en ambientes de Centroamérica, Panamá y el Caribe. *Agronomía Mesoamericana, 9(1),* 28-37.

Albán, M., Caviedes, G., & Zambrano, J., (2021). *Archivos Académicos USFQ* Número 38 *Memorias del I Simposio Ecuatoriano del Maíz Editores*. https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5809/1/Producci%c3%b3n%20de%20semilla%20b%c3%a1sica%20de%20ma%c3%adz.pdf.

Antuna, O., Rincón, F., Gutiérrez, E., Ruiz, N. A., & Bustamante, L. (2003). Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. *(Fitotecnia Mexicana), 26(1)*11-17. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61026102

Arboleda, M. (2011). Efecto de la irradiancia en el crecimiento y desarrollo de Apteniacordifolia (L. f.) Schwantes como cobertura ornamental, Venezuela. *Revista Bioagro, 23(3),* 175-184.

Ávila, M. E., Borges, O. L., & Bernáez, J. C. (2009). Caracterización biométrica del cultivo y perfil descriptivo de mazorcas del híbrido de maíz superdulce “delicia” (bt1), Venezuela. *Revista Bioagro*, 21(2), 143-147.

Barroso F. (2017). Imágenes aéreas de muy alta resolución para la caracterización del maíz (*Zea mays* L.) de regadío en una zona semiárida (Tesis de Doctorado). Universidad de Castillala Mancha, Albacete..

Becerra Fonseca, E. J., Pérez Reyes, C. M., & Valdivieso Hernández, D. (2022). Calidad Física de Cuatro Variedades de *Zea mays* L. en Laboratorio Provincial de Semillas Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(2), 65-69. https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes

Beck L., & Torres, J. (2005) Desespigamiento. In: Ortiz T C, A Espinosa C, S Azpiroz R, S Sahagún C (Comp.). Producción y Tecnología de Semillas de Maíz del INIFAP Para los Valles Altos y Zona de Transición. Libro Técnico Campo Experimental Valle de Toluca. Zinacantepec, Edo. de México. pp:44-55.

Bejarano, A., & Segovia. (2000). Origen y evolución de la especie. Sección1 Origen del maíz. In: El maíz en Venezuela. *Fundación Polar*, 5(11-14).

Berry, S., & Roberts, M. (2013). Corn Production shocks in 2012 and Beyond: Implications for harvest Volatility, in The Economics of Food Price Volatility. Universityof Chicago 4 (59-81).

Blanco Valdes, Y. & González Viera, D. (2021). Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Mayabeque. INCA. (*Cultivos Tropicales*), 42(3)08

Blanco, Y., Afifi, M., & Swanton C. (2015). Efecto de la calidad de la luz en el cultivo del maíz: una herramienta para el manejo de plantas arvenses. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 62-71.

Blandón, E., & Smith, A. (2001). Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del

cultivo de maíz (Zea mays L.) var. NB-6 (*Tesis de grado*). http://repositorio.una.edu.ni/1787/1/tnf04b642.pdf

Centeno, J., & Castro, J. (1993). Influencia de los cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y crecimiento, desarrollo y rendimiento de cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) (*Tesis de grado*). http://repositorio.una.edu.ni/1526/1/tnh60c397.pdf

Cerquiglini, C., Claro, J., Giusti, A. M., Karumathy, G., Mancini, D., Marocco, E., & Milo, M. (2016). *Food Agric. Organ. United Nations, 14*. http://www.fao.org/3/a-i5703e.pdf.

Chicaiza Gómez, D. A., & Quevedo Andino, H. B. (2022). *Determinación de la calidad fisiológica de cinco genotipos de semillas de maíz (Zea mays) en condiciones de campo y laboratorio (Bachelor'sthesis.* La Mana: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC))

Chirino González, E., Valdés, E., Domínguez, Y., Reyes, D., & Coro, J. (2019). Efecto del cambio de la fitotecnia sobre el rendimiento del maíz en condiciones locales campesinas. *Revista ECOVIDA, 9(1)* 13-23.

Corral, J. V., Bolaños, H. J. A., Gualoto, M. M. P., Chávez, J. D. C., & Vizuete, D. R. S. (2019). Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona media de la parroquia Malchinguí. ACI (*Avances en Ciencias e Ingenierías) 11(1)* 40-49.

Damiany Valenzuela, J. (2022). Producción comercial de semillas híbridas del cultivo de maíz duro (*Zea mays*). (Tesis de grado). Babahoyo, Los Ríos,.

De Galarreta, R., Prohens, J., & Tierno, R. (2016). *Las variedades locales en la mejora genética de plantas Donostia San Sebastian. Gráficas Irudi*.

Deras Flores, H., & Flor de Cerrano, R. (2018). *Guía sobre el cultivo del maiz (CENTA).* El Salvador.

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo C. InfoStat (2015). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. http://www.infostat.com.ar

Doebley, J. (1990). “Molecular systematic of Zea (Gramineae)”. *Maydica, 35(2),* 143-150.

Domínguez, R. (2005). Proyecto de investigación agronómica sobre el efecto del ácido giberélico activado en la producción de frutas y hortalizas. Madrid

Doria, J. (2020). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. (*Revista Cultivos Tropicales)*, 9-13.

Endicott, S., Brueland, B., Keith, R., Schon, R., Bremer, C., & Farnham, D., (2015). Maíz crecimiento y desarrollo [Internet]. Iowa, Estados Unidos: *Pioneer; 20(20).*

Espinosa Calderón, A., & Tadeo Robledo, M. (1998). Evaluación de desespigue mecánico en híbridos dobles de maíz en los valles altos de México. (*Agronomía mesoamericana)* 9(1), 90-92.

Espinosa Calderón, A., Cuevas León, A., & Tadeo Robledo, M., (2004) Desespigamiento, eliminación de hojas y densidad de población en el rendimiento de semilla en una línea de maíz. Memorias de VII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C. P (326-331).

Espinosa Calderón, A., Ortiz Cereceres, J., Ramírez Fonseca, A., Gómez Montiel, N., & Martínez Garza, A. (1998). Efecto del desespigue sobre la productividad de semilla de líneas tropicales de maíz (*Zea mays* L.). Memoria. Congreso Nacional de Fitogenética. Acapulco Gro. México. P. 490.

Espinosa Calderón, A., Ortiz Cereceres, J., Ramírez Fonseca, A., Gómez Montiel, N., & Martínez Garza, A. (1999). Productividad de semilla de líneas tropicales de maíz (Zea mays L.) del CIMMYT e INIFAP. *Agricultura Técnica en México,* 25(1), 53-58.

Espinosa Calderón, A., Sierra Macías, M., & Gómez Montiel, N. (2002) Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Revista Agronomía Mesoamericana* (México) 14(1), 117-121.

Espinosa Calderón, A., Tadeo Robledo, M., Arteaga Escamilla, I., Turrent Fernández, A., Sierra Macías, M., Gómez Montiel, N., Palafox Caballero, A., Valdivia Bernal, R., Trejo Pastor, V., & Canales Islas, E. (2012a). Rendimiento de las generaciones F1 y F2 de híbridos trilineales de maíz en los Valles Altos de México. (*Universidad y Ciencia)* 28, 57-64.

Espinosa Calderón, A., Tadeo Robledo, M., Gómez Gómez, M., Sierra Macías, M., Martínez Mendoza, R., Virgen Vargas, J., Palafox Caballero, A., Caballero Hernández, F., Vázquez Carrillo, G., & Salinas Moreno, Y. (2008). H-49 AE híbrido de maíz para Valles Altos con androesterilidad para producción de semilla. En: Memoria de Día de Campo CEVAMEX 2008, Memoria Técnica No. 9, INIFAP, CIRCE, CEVAMEX, Chapingo, México.

FAO (2001). *El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción.* http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm

FAO (2018). *Estadísticas: Datos sobre alimentación y agricultura.* http://www.fao.org/faostat/es/#home

FAO. (2019). Materiales para capacitación en semillas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 12-18.

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) (2016). *Panorama agroalimentario.* México. Dirección de investigación y evaluación económica sectorial.

Flores, F., Balbi, E., Pietrantonio, J., Pagnan, L., Alladio, R. & Errasquin, L. (2017). Maiz Actualización 2017. Informe de Actualización Técnica en Línea No8 INTA.60.

Gallardo, M. (2016). Concentrados y Subproductos para la alimentación de rumiantes. XXI Curso Internacional de Lechería para Profesionales Internacionales de América Latina, 153-162.pp.

García Méndez, E. M., Ruiz de Galarreta, J. I., Álvarez Rodríguez, A., Méndez Lodos, S., De Sebastián, J. I., Maestro Requena, G., Rodríguez Arango, B. F., & Mora Martínez, M. J. (2013). Variedades locales de Maíz de Cantabria. pp. 134. Edita Gobierno de Cantabria. Consejería de Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural.

Garzón, D., Vélez., J. & Orduz, J. (2013). Efecto del déficit hídrico en el crecimiento y desarrollo de frutos de naranja Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck) en el piedemonte del Meta, Colombia. *Revista Acta Agronómica*, 62(2), 136-147.

Gordón Mendoza, R., Camargo Buitrago, I., Franco Barrera, J., & Saavedra, A. G. (2006). Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, Azuero, Panamá. *Agronomy Mesoamerican*, 3 (2) 189-199.

Guamán Guamán, R., Desiderio Vera, T., Villavicencio Abril, A., Ulloa Cortázar, S., & Romero Salguero, E. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra* 7(2)047–056. https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196

Guamán, R., Desiderio, T., Villavicencio, A., Ulloa, S., & Javier, E. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) utilizando cuatro híbridos. https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196

Guerra, E. (2016). *Análisis económico de la producción de semilla del maíz híbrido experimental Uteq. Quevedo*, Universidad técnica estatal de Quevedo. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1642/1/T-UTEQ-0011.pdf.

Guerrero Batista, E., &Olivet Acosta, E., (2020). Evaluación de algunos indicadores de la Jumil JM 2570 PD SH para sembrar maíz (*Zea mays* L.) (*Revista Granmense de Desarrollo Local), (4)* 636- 647

Guevara Escobar, A., Barcenas Huante, G., Salazar Martínez, F., González Sosa, E., & Suzán Azpiri, H. (2005). Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial. *Agrociencia,* 39(4), 31-9.

Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D. & Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba.* Instituto de Suelos.

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) (2001). Programa Nacional de Maíz (*Zea mays* L.) proyecto de investigación y desarrollo. p 11.

Intriago, D. I., & Torres, J. R. (2018). Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.).

Jiménez Martínez, J. A. (2018). Abundancia y prevalencia de *Beauveria* spp. y *Metarhizium* spp. en agroecosistemas de *Zea mays* L. y su efecto sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith). (Tesis de Doctorado). Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Cuba

Jurado Mora, J. R. (2022). *Comportamiento agronómico y rentabilidad de progenies de maíz de variedades de maíz en el cantón Ventanas, Provincia Los Ríos.* (Bachelor'sthesis), Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

Krzyzanowski, F., Roberval , D., & Franca, J. (2009). *Vigor de sementes: conceitos e testes. Ficha catalografica, Associao Brasileira de Sementes, Comite de Vigor de Sementes,*

Lesk, C., Rowhani, P., & Ramankutty, N. (2016). Influence of extreme weather disasters on global crop production. (*Nature),* 5(29) 84-87.

Loza-Cornejo, S., Aparicio-Fernández, X., Patakfalvi, Rita J., & Rosas-Saito, G. H. (2017). Caracteres anatómicos y fitoquímicos del tallo y raíz de Mammillaria uncinata (Cactaceae). *Acta botánica mexicana*, (120), 21-38.

MacRobert, J. F., Setimela, P. S., Gethi, J., & Regasa, M. W. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido.

Martinez Fornos, A. D., & Sandoval Rizo, U. J. (2020). Evaluación del crecimiento y rendimiento de los cultivos asociados maiz (*Zea mays* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y camote (*Ipomoea batatas* L.) en la producción biointensivo bajo riego complementario, Finca El Plantel, 2019 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).

Martínez, L. C., Mendoza, O. L., García, S. G., Mendoza, C. C., & Martínez, G. A. (2005) Producción de semilla híbrida de maíz con líneas androfértiles y androestériles isogénicas y su respuesta a la fertilización y densidad de población. *Fitotecnia Mexicana*, 28(2), 365-368.

Martínez, L. C., Mendoza, O. L., García, S. G., Mendoza, C. C., & Martínez, G. (2006). Rendimiento de grano de híbridos isogénicos de maíz formados mediante androesterilidad vs. Desespigamiento. *Fitotecnia Mexicana*, 29(4), 365-368.

McClintock, B., Kato, T., & A. Blumenschein, A. (1981). *Constitución cromosómica de las razas de maíz.* Colegio de Post Graduados de Chapingo.

McDonald, M. B. (1998). *Seed quality assessment.* (SeedScienceResearch), 8(265-275).

Mera, A., & Montaño, C. (2015). *Evaluación de arreglos espaciales y densidades poblacionales en híbridos de maíz comercial en zonas de bosque tropical seco durante la época lluviosa.* Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Monteros Guerrero, A., & Salvador Saráuz, S. (2014). *Rendimiento de maíz duro seco en verano. Quito: Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.*

Moreno, R. M., Macke, F., Alwen, A., & Heberle-Bors, E. (1988). In-situ seed production after pollination with in-vitro-matured, isolated pollen. *Planta*, 176(2), 145-148.

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), 2003. Consensus Document on the Biology of *Zea mays* subsp. *mays* (Maize). OECD Environment, Health and Safety Publications. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology. No. 27 Paris. http://www.oecd.org/ehs

Oficina Nacional de Estadisticas e Infomación (ONEI). 2019. *Territorio, Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca.* Anuario Estadistico de Cuba. http://www.one.cu/aec2019

Olalde Gutiérrez, V. M., Escalante Estrada, J. A., Sánchez García, P., Tijerina Chávez, L., Mas Tache Lagunas, A. A. & Carreño Román, E. (2000). Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido, México. *Revista Terra*, *18(4),* 313-323.

ONEI. (2019). *Oficina Nacional de Estadisticas e Infomación. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca en Anuario Estadístico de Cuba* 2015.

ONEI. (2020). Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca en Anuario Estadístico de Cuba 2015.

Ortega, R. (2014). *Manual para la producción de semilla de arroz. Pecuarias* MEX. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/21104

Padilla VE (2002). *Rendimiento y calidad de semilla híbrida de maíz en función del método de desespigamiento y etapa de aplicación*. (Tesis de Maestría) Colegio de Posgraduados. Montecillo.

Paliwal, R. (2001). El maíz en los trópicos . Mejoramiento y producción. *Colección FAO: (Producción y Protección Vegetal)*, 1-3.

Paliwal, R. L., Granados, G., Lafitte, H. R., Violic, A. D., & Marathée, J. P. (2001). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción, Roma: FAO, Departamento de Agricultura, Grupo de Cultivos Alimentarios Extensivos Servicio de Cultivos y Pastos*. Roma.

Paratori, O. (1986). Producción de maíz y comportamiento de híbridos comerciales. *IPA La Platina*, 37 (44-48).

Parihar, C. M., Bhupender Kumar, S. L., Jat, A. K., Singh, M. L., Jat, V., Chaudhary, & Sain, D. (2016). Specialty Corn for Nutritional Security and Dietary Diversification. *Biofortification of Food Crops,* 387-398.

Paterniani, E. 2000. Origen y evolución de la especie. Sección1 Evolución del maíz. In: El maíz en Venezuela. Fundación Polar.

Pecina, M., Mendoza, C., López, S., Castillo, G. M., Mendoza, R., & Ortiz, J. (2011). Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. (*Revista Fitotecnia Mexicana*)*, 34* (85-92).

Poetig, R. (1982). Maize. The plant and its parts. Maize for Biological Research. W. F. Sheridan.

Quiro, J. (2017). *Componentes del rendimiento de grano bajo diferentes densidades de siembra en maíz en los valles altos del Estado de México.* Universidad Autrónoma del Estado de México.

Raju, J., Reddy, P., Reddy, A., Kumar, C., & Hyder, I. (2017). Livestock feed resources in surplus rainfall Agro ecological zones of Andhra Pradesh: Requirement, availability and their management. *International Journal of Livestock Research, 7* (148–163).

Reyes, C., Cantú, M., Gill, H., García, J., & Mayek, N. (2017). Interacción genotipo ambiente en maíz cultivado en Tamaulipas , México . (*Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas), 8(3),* 571-82.

Roca Mendoza, C. O. (2019). Respuesta agronómica de tres híbridos de maíz sembrados a dos distancias en la parroquia La Esperanza del cantón Quevedo (Tesis de Diploma). Técnica Estatal de Quevedo.

Rossatto, X. (2018). *Densidad óptima de siembra en cultivos de maíz tardío, en Villa Mercedes (San Luis)*. Universidad Nacional de San Luis.

Salinas, A., Yoldjan, A., & Craviotto, R. (2014). Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. (*Revista Agropecuaria de Brasilia*), 9-13.

Saltos Bajaña, E. G. (2018). *Manejo agronómico de tres híbridos y cuatro distancias de siembra en el cultivo de maíz Zea mays L*. (Tesis de Grado). (Guayaquil): Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil; Mexico, 77 p.

Sánchez Ortega, I. (2014). Maíz I (*Zea mays*). Reduca (Biología). *Serie Botánica*, 7(2), 151-171.

Sánchez, P., Ruiz, T., Rincón, S. & Burciaga, D. H. (2011). Caracterización física y fisiológica de poblaciones criollas de maíz bajo dos sistemas de producción. *Revista Agraria,* 2(22) 38-40.

Sangoi, L. (2001). Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. (*Ciência rural*) 31(1), 159-68.

Santelices, B. (2010). *El rol de las universidades en el desarrollo científico y tecnológico. Educación superior en Iberoamérica. (Informe 2010). Santiago de Chile:* Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA) – Universidad.

Santos M., Segura, M., & Ñústez, C.E. (2010). Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia. (*Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín), 63(1),* 5253-5266.

Serrato Villavicencio, J. A. (2022). *Uso y análisis de la calidad de semilla criolla Zea mays. L. en Huashgon, Santiago de Chuco, La Libertad. TAGN 492*

Silva Díaz, W., Alfaro Jímenez, Y., & Jímenez Aponte, R. (2009). Características morfológicas y agronómicas de líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra. (*Revista UDO Agrícola*), 9(4), 743-755.

Socorro Castro, A. R., Agüero Contreras, F. C., & Rodríguez Rodríguez, R. R. (2017). Contribución cultural de la agricultura urbana. (*Revista científica Agroecosistemas)*, 5(2),91-100. http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index

Somarriba, R., C. (1998). *Texto granos básicos.* UNA-Managua, Nicaragua 57p.

Stamp, P., Chowchong, S., Menzi, M., Weingartner, U., & Kaeser, O. (2000) Increase in the yield of cytoplasmic male sterile maize revisited. (*Crop. Sci.*) 40, 1586-1587.

Tadeo Robledo, M, Espinosa Calderón, A., Rodríguez, I., Martínez, M., Salazar, H., Sierra, M., Palafox, C., & Caballero, H. (2005). Productividad de semillas de cruzas simples androesteriles y fértiles de maíz bajo desespigamiento y eliminación de hojas. En Memorias del VIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. *Universidad Autónoma de Baja California.* 878-883.

Tadeo Robledo, M., Espinosa Calderón, A., Beck, D., & Torres, J. L. (2007) Rendimiento de semilla de cruzas simples fértiles y androestériles progenitoras de híbridos de maíz. (*Agricultura Técnica en México*), 33(2): 175-180.

Tadeo Robledo, M., Zaragoza Esparza, J., Espinosa Calderón, A., Turrent Fernández, A., Zamudio González, B., Virgen Vargas, J., & Valdivia Bernal, R. (2016). Productividad de la generación F 1 y F 2 de híbridos de maíz (*Zea Mays* L.) de valles altos de México. *Agrociencia, 50(1),* 33-41

Tadeo, M., Espinosa, A., Trejo, V., Arteaga, I., Canales, E., Turrent, A., Sierra, M., Valdivia R., Gómez, Noel O., Palafox, A., & Zamudio, B. (2013). Eliminación de espiga y hojas en progenitores androestériles y fértiles de

los híbridos trilineales de Maíz ‘H-47’ Y ‘H-49’. (*Revista Fitotecnia Mexicana.*) 36(3), 245 – 250

Tadeo, R. M., Espinosa, C. A., García, J. J., Lobato, R., Gómez, N. O., Sierra, M., & Valdivia, R., (2015). Productividad de híbridos androestériles y fértiles de maíz en cuatro ambientes de evaluación. (*Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas)*, 6(8) 1857-1866.

Téllez Rodríguez, P., Morán Bertot, I., Riverón Hernández, A., Espinoza Delgado, D., Hernández Hernández, D., Martínez Ramírez, A., Ayra Pardo, C., & Isidrón Pérez, M. (2021). Ame15: Nuevo híbrido simple de maíz transgénico, resistente a la palomilla y tolerante a herbicidas. (*Cultivos Tropicales), 42(4),* https://doi.org/10.7440/res64.2018.03

Torres, M. C. (1993). *Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y densidades sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del Maíz (Zea mays L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua.

Vásquez, G., & Ruíz, G. (1993*). Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (Zea mays L.), Sorgo (Sorghum bicolor L.) y Pepino (Cucumis sativus L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua.

Villacís Seme, J. Y. (2021). *Evaluación de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de maíz (Zea Mays L.) sometido a tres densidades de siembra en la zona de ventanas, provincia de los Ríos (Bachelor'sthesis).* Quevedo.

Violic, A. (2001). Manejo integrado de cultivos. Colección FAO: (*Producción y Protección Vegetal*), 247-290.

Wellhausen, E. J., Roberts, L., Hernández, E., & Mangelsdorf, P. (1987). *Razas de Maíz en México. Su origen, características y distribución.* Tomo II. Universidad Autónoma de Chapingo. Efraín Hernández Xolocotzi.

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

Wilkes, H. G., & Goodman, M. M. (1995). *Mystery and Missing Links: The origen of Maize. In: Maize Genetics Reosurces. Taba, S (eds.). Maize Program Special Report*. Mexico, D.F. CIMMYT.

Wong, R., & Gutiérrez del Río, J. (2007). Aptitud combinatoria de componentes del rendimiento en líneas de maíz para grano en la comarca Lagunera, México. *Revista Fitotecnia Mexicana, 30(2),* 181-189.