



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

Evaluación de 18 híbridos de maíz (*Zea mays* L.), enriquecidos con zinc, Masatepe, Masaya, 2017

Autor

Br. Osman Josué López Narváez

Asesor

Ing. MSc. Juan Carlos Morán Centeno

**Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo**

**Managua, Nicaragua
Marzo, 2024**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por Dirección de Ciencias Agrícolas, como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

Ing. MSc. Luis Enrique Irías
(Presidente)

Ing. MSc. Freddy Rivera
Umanzor (Secretario)

Ing. MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez
(Vocal)

Managua, Nicaragua, 28 de Febrero del 2024

DEDICATORIA

A:

Dios todo poderoso, sin el nada somos y con el todo lo podemos, quien en su infinito amor nos ama y protege cada día. De manera muy especial dedico este trabajo a mi madre, la mujer que me dio el ser y mi mayor tesoro, “mi espíritu de ímpetu”.

A mi esposa e hijo Griselda y Lucas, mi razón para seguir superándome como persona, por acompañarme en las diferentes etapas de nuestra convivencia, y a mi hijo por ser la energía que me da fuerzas para salir adelante, con quien aprendí el verdadero sentido de la vida.

A la memoria de mis abuelos (Q.E.P.D) Norberto Narváez “papito” y Justina García “mamita”, por ser el cimiento de la hermosa familia que hoy en día me empuja a caminar y esforzarme en la vida.

“Como una estrella fugaz fue tu andar por este mundo, pero tu llama indeleble nunca se apagará”. A la memoria de mi primo Juan Pablo Quezada Q.E.P.D, quien me brindo su ayuda y compartió sus valiosos conocimientos de manera incondicional, de quien aprendí la mayor lección de vida, luchar siempre sin importar las adversidades.

A mis hermanos Ulises, Cisjordania, Jana y David, quienes me han complementado en diferentes circunstancias de la vida y quienes representan motivación e impulso para seguir creciendo como persona.

AGRADECIMIENTO

A:

Dios principalmente, por concederme el don de la vida, guiarme y brindarme fortaleza, aliento y la confianza para alcanzar la oportunidad de ser profesional y servir a la sociedad. A mi madre Nora Narváez, por brindarme lo mejor y todo lo necesario para formarme como persona y verme realizado como un profesional.

A Cesar Delgado un amigo especial, por transmitirme valores, brindarme su apoyo incondicional y por estar presente en los momentos más sustanciales de mi vida. A mis tíos y familia, por apoyarme en diferentes momentos de la vida e instruirme con buenos valores.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA] y colaboradores de esta prestigiosa institución, por abrirme las puertas a la experiencia profesional, brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales y apoyarme durante el tiempo compartido. Agradezco al Ing. Ricardo Bolaños, mi asesor por el INTA, quien me acompañó y orientó durante realicé mis prácticas y desarrollar mi trabajo de investigación, así mismo al Ing. MSc. Gonzalo Brenes, por su valioso aporte de conocimiento como colega y especialista en el rubro Maíz.

A mis compañeros de universidad: Leonte Acuña, Heber Cerda, Ezequiel Narváez, Donald Marín y Ramón Jiménez; a quienes agradezco mucho su amistad, valioso apoyo y compañerismo.

Agradezco Al Ing. MSc. Juan Carlos Morán Centeno, mi asesor por la [UNA], por su calidad de contribución como asesor y profesional, por brindarme su valioso apoyo con el cual me ayudó a dar este paso tan importante en mi formación académica y en la vida misma.

A los docentes de la Universidad Nacional Agraria [UNA], por sus valiosos conocimientos compartidos, por poner dedicación y paciencia en el proceso de nuestra formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Importancia de la producción de maíz en Nicaragua	4
3.2. Zonas productivas de maíz en Nicaragua	4
3.3. Importancia de los híbridos de maíz	5
3.4. Generalidades de los híbridos evaluados	5
3.5. Importancia del zinc en la salud humana	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1. Ubicación del estudio y condiciones climáticas	7
4.2. Diseño metodológico	8
4.2.1 Descripción de los tratamientos	8
4.2.2 Manejo del Experimento	9
4.3. Variables evaluadas	10
4.4. Análisis de datos	13
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
5.1. Comportamiento de la altura de planta e inserción de espiga	14
5.2. Días a la floración masculina, femenina y afectaciones por achaparramiento en el cultivo de maíz	15
5.3. Cobertura y pudrición de espigas	16
5.4. Componente productivo	17
VI. CONCLUSIONES	20
VII. RECOMENDACIONES	21
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
IX. ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Descripción de códigos asignados a los 18 híbridos de maíz evaluados en Masatepe-Masaya	6
2.	Características de suelo del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT Campos Azules)	8
3.	Contenido de zinc de los genotipos evaluados en el Centro de Desarrollo Tecnológico del INTA en la época de primera del 2017	9
4.	Comportamiento de la altura de planta e inserción de la mazorca en híbridos de maíz, Masatepe	14
5.	Comportamiento de las floraciones y afectación por achaparramiento en híbridos de maíz, Masatepe	15
6.	Comportamiento de la cobertura y pudrición de mazorca en híbridos de maíz, Masatepe	16
7.	Comportamiento de variables relacionadas al rendimiento en híbridos de maíz, Masatepe	18
8.	Comportamiento de variables de rendimiento en híbridos de maíz, Masatepe	19

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del municipio de Masatepe	7
2.	Comportamiento de las precipitaciones y de la temperatura en el periodo del mes de mayo a diciembre del 2017.	7

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Plano de campo en la evaluación de 18 híbridos de maíz (<i>Z. mays</i> L) enriquecido con Zinc	25
2	Manejo del experimento evaluación de 18 híbridos de maíz (<i>Z. mays</i> L) enriquecido con Zinc	26
3	Fertilización, control de plagas y cosecha del experimento: Evaluación de 18 híbridos de maíz (<i>Z. mays</i> L) enriquecido con Zinc	26

RESUMEN

El Maíz (*Zea mays* L.), es un cultivo de importancia en la economía y dieta de las familias Nicaragüenses, el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de 18 híbridos de maíz, enriquecidos con zinc, en el centro de desarrollo tecnológico Campos azules, del Instituto Nicaragüense de tecnología Agropecuaria, Masatepe. Se empleó un diseño de Bloques Incompleto, en donde cada híbrido representaba un tratamiento, con dos repeticiones, para un total de 36 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, inserción de mazorca, días a la floración, afectación por achaparramiento, Longitud, diámetro, peso, hileras de la mazorca, diámetro, peso del raquis, peso de semilla y rendimiento, se empleó un análisis de varianza. Los híbridos con mayor altura de planta fueron: CLTHWZN16108, H-INTA 991, CLTHWZN16104, CLTHWZN16133, así mismo la mayor inserción de la mazorca fue para el híbrido CLTHWZN16109, seguido de H-INTA 991, la floración masculina como femenina fue inferior a los 60 días en todos los híbridos, siendo los híbridos con mayor afectación al achaparramiento CLTHWZN15016, CLTHWZN16106, CLTHWZN16054 y CLTHWZN16108, con una escala de 0 a 1.25 % de afectación. Las mazorcas de mayor longitud se registraron en los híbridos CLTHWZN16055, CLTHWZN16102, CLTHWZN16054, CLTHW14003. Los mejores rendimientos correspondieron a los híbridos: CLTHWZN16104, CLTHWZN16051, CLTHWZN16110, CLTHW14003, superando al control nacional (H-INTA 991) y P4082W, los cuales podrían ser considerados para ser establecidos en las condiciones del pacifico sur de Nicaragua.

Palabras Clave: Componente productivo, Rendimiento, Características agronómicas, *Zea mays*.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is an important crop in the economy and diet of Nicaraguan families. The objective of this study was to evaluate the agronomic behavior of 18 corn hybrids, enriched with zinc, in the technological development center. Blue fields, from the Nicaraguan Institute of Agricultural Technology, Masatepe. An Incomplete Block design was used, where each hybrid represented a treatment, with two repetitions, for a total of 36 experimental units. The variables evaluated were Plant height, ear insertion, days to flowering, affectation by stunting, Length, diameter, weight, ear rows, diameter, rachis weight, seed weight and yield, an analysis of variance. The hybrids with the highest plant height were: CLTHWZN16108, H-INTA 991, CLTHWZN16104, CLTHWZN16133, likewise the largest insertion of the ear was for the hybrid CLTHWZN16109, followed by H-INTA 991, the male and female flowering was lower than the 60 days in all hybrids, with the hybrids most affected by stunting being CLTHWZN15016, CLTHWZN16106, CLTHWZN16054 and CLTHWZN16108, with a scale of 0 to 1.25% affectation. The longest ears were recorded in the hybrids CLTHWZN16055, CLTHWZN16102, CLTHW ZN16054, CLTHW14003. The best yields corresponded to the hybrids: CLTHWZN16104, CLTHWZN16051, CLTHWZN16110, CLTHW14003, surpassing the national control (H-INTA 991) and P4082W, which could be established in the conditions of the southern Pacific of Nicaragua.

Keywords: Productive component, Yield, Agronomic characteristics, *Zea mays*.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), pertenece al grupo de las gramíneas más importantes usada para alimentación humana, una de las teorías con mayor fuerza sobre su origen y domesticación apunta a que es originario de América y que su aparición ocurrió hace más de ocho mil años, siendo su antecesor el teocintle, una maleza silvestre que tiene cinco especies en México, Guatemala y Nicaragua (Castillo & Moreno, 2013).

A nivel mundial el maíz se considera el cereal de mayor importancia después del arroz (*O. sativa* L), y el trigo (*Triticum* spp.). Su importancia es atribuida entre otros factores a su amplia adaptación a las diferentes condiciones ecológicas y ambientales, su alto rendimiento y valor nutritivo de sus granos, a la diversidad de usos tanto caseros como industriales y sobre todo a la obtención de híbridos, que permiten alcanzar mejoras muy importantes con las cuales se logra aumentar el vigor y mejorar el rendimiento por unidad de superficie (Parera, 2017; Moreira, 2019).

El principal país productor de maíz, con una producción de aproximadamente 384 millones de toneladas es Estados Unidos, seguido de China y Brasil se ubican en segundo y tercer lugar con 272.55 y 88.46 millones de toneladas respectivamente. Los mayores productores de maíz a nivel centroamericano son Guatemala y El Salvador. Guatemala tiene la mayor superficie cultivada con 1.6 millones de ha⁻¹ y rendimiento promedio de 2 t ha⁻¹. Nicaragua se ubica en el tercer lugar, con rendimientos de 1.4 t ha⁻¹, con una superficie cultivada de 336,000 ha⁻¹ (Mateo-Valverde, 2014).

En Nicaragua el maíz blanco se encuentra distribuido en todo el territorio Nacional. Los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Boaco, Chontales y la RAAS contribuyen con el 68 % de la producción total nacional, siendo la cosecha de primera la más importante, con un 69 % de la producción total nacional. El consumo per cápita de maíz blanco es de 95 kg/año (Ministerio Agropecuario y Forestal [MAGFOR], 2009).

Uno de los principales problemas que enfrenta la producción de maíz en Nicaragua es el mal manejo de la semilla, así como, la mala calidad genética producto del uso constante del mismo material genético obtenido por los productores, otro factor de importancia es los cambios en el ambiente, esto conlleva obtener bajos rendimientos. Considerando la importancia del cultivo de maíz en Nicaragua se efectuó el presente estudio para evaluar el comportamiento de 18 híbridos enriquecidos con Zinc, en el departamento de Masaya.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de 18 híbridos de maíz (*Zea mays* L.), enriquecido con Zinc, en el departamento de Masaya.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento agronómico de 18 híbridos de maíz, enriquecidos con Zinc en Masaya.
- Identificar los híbridos enriquecidos con Zinc con mejores rendimientos en Masaya.
- Identificar las variables de componente productivo asociadas al rendimiento de grano en los híbridos de maíz en estudio.

III. MARCO DE REFERENCIA

La producción de maíz en Nicaragua es realizada por pequeños y medianos productores y está destinada principalmente al consumo familiar. El maíz es también utilizado como materia prima en la elaboración de productos alimenticios procesados (rosquillas, tortillas, chicha, reposterías, dulces, bebidas) y la elaboración de concentrados para aves y cerdos.

3.1. Importancia de la producción de maíz en Nicaragua

El maíz es un cultivo de mucha importancia en Nicaragua, con un área total establecida en el ciclo 2020-2021 de 424.7 miles de manzanas, con una producción de 8.2 millones de toneladas (Betanco, 2023), este es comercializado en el mercado nacional para el consumo humano, formando una importante fuente de energía en las familias nicaragüenses, siendo consumido en diferentes formas, destacándose tortillas, pinol, güirila, rosquillas, cereales combinados (García & Jarielqui, 2015).

3.2. Zonas productivas de maíz en Nicaragua

En Nicaragua el maíz blanco se encuentra distribuido en todo el territorio Nacional. Los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Boaco, Chontales y la RAAS contribuyen con el 68 % de la producción total nacional, siendo la cosecha de primera la más importante, con un 69 % de la producción total nacional. El consumo per cápita de maíz blanco es de 95 kg/año (Ministerio Agropecuario y Forestal [MAGFOR], 2009).

Este rubro es ampliamente difundido en todo el país, siendo el maíz Blanco el de mayor distribución, debido a su utilización en la alimentación humana, siendo los departamentos de Matagalpa (17.5 %), Jinotega (17.4 %), Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (13.1 %), Nueva Segovia (11.5 %), Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (7.8 %) con el 67.3 % de la producción nacional (Betanco, 2023). Sin embargo, los rendimientos reportados están en el rango de 21.1 a 33.5 quintales por manzana (García & Jarielqui, 2015).

3.3. Importancia de los híbridos de maíz

La semilla de maíz híbrido proporciona a los agricultores características genéticas mejoradas, como el alto potencial de rendimiento y combinaciones de caracteres únicas para combatir las enfermedades y condiciones de cultivo adversas. La hibridación resulta por el cruzamiento de dos líneas con características deseadas, a las cuales se les denomina progenitor hembra y progenitor macho, y no emparentados genéticamente entre sí, para la obtención de una descendencia deseable, y que además supera el promedio productivo de los padres por efecto de heterosis o mejor conocido como vigor híbrido (MacRobert et al., 2015).

Los híbridos de maíz más comunes son los de cruza simple, doble y triple. Un híbrido de cruza simple se genera mediante la cruza de dos líneas endogámicas; para crear uno de cruza triple se cruza un híbrido simple con una línea endogámica, y un híbrido de cruza doble se genera cruzando dos híbridos de cruza simple (MacRobert et al., 2015). Las ventajas de los híbridos en comparación a las de las variedades criollas y las sintéticas es que los híbridos tienen mayor producción de grano; uniformidad en floración, altura de planta y maduración; plantas más vigorosas, resistente al acame y rotura; mayor sanidad de mazorca y grano y desarrollo inicial (Villacis Seme, 2021).

3.4. Generalidades de los híbridos evaluados

Los materiales genéticos evaluados conformaron un total de 18 híbridos de maíz, de los cuales 16 provienen del Centro Internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT], son híbridos de conformación triple y se generaron para ser evaluados en ambientes de los países tropicales, se pueden establecer desde México hasta Colombia. Los testigos de comparación fueron el híbrido triple H-INTA 991 como testigo local y el híbrido P4082w Propuesto por el CIMMYT. En el Cuadro 1 se muestran los materiales genéticos evaluados. Estos híbridos poseen ciclo intermedio, la floración masculina ocurre a los 55 y 59 días después de siembra y entre 110-120 días a cosecha. El promedio de altura de planta es de 204,4 cm (Molina, 2023).

Cuadro 1. Descripción de códigos asignados a los 18 híbridos de maíz evaluados en Masatepe-Masaya

Identificador	Código del genotipo	Identificador	Código del genotipo
1	CLTHWZN16054	10	CLTHW14003
2	CLTHWZN16131	11	CLTHWZN16110
3	CLTHWZN16108	12	CLTHWZN15016
4	CLTHWZN16104	13	CLTHWZN16106
5	CLTHWZN15010	14	CLTHWZN16055
6	CLTHWZN16103	15	CLTHWZN15021
7	CLTHWZN16109	16	CLTHWZN16133
8	CLTHWZN16051	17	H-INTA 991 **
9	CLTHWZN16102	18	P4082W **

3.5. Importancia del zinc en la salud humana

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], el 6.6% de la población de Latinoamérica (42 millones), padecen desnutrición. Las variedades biofortificadas como el maíz enriquecido con alto contenido de zinc ayudan a reducir la desnutrición al hacer que los micronutrientes sean más biodisponibles, fácilmente utilizables por el cuerpo humano (CIMMYT, 2018; Velázquez-Cardelas et al., 2018).

El zinc es un mineral esencial para la salud del ser humano, desempeña un papel activo en numerosas reacciones biológicas que intervienen en el funcionamiento fisiológico y metabólico del organismo. El consumo de maíz representa una de las fuentes de nutrición más importantes ya que ayuda a reducir problemas como la alta prevalencia de desnutrición crónica y de anemia (Castillo & Moreno, 2013).

El zinc tiene una función crítica en el desarrollo pre- y postnatal, para el desarrollo óseo y neurológico; además, es básico para mantener un sistema inmunológico saludable. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura [FAO], el 6.6 % de la población de Latinoamérica (42 millones), padecen desnutrición. Las variedades biofortificadas como el maíz enriquecido con alto contenido de zinc ayudan a reducir la desnutrición al hacer que los micronutrientes sean más biodisponibles, fácilmente utilizables por el cuerpo humano (Velázquez-Cardelas et al., 2018).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio y condiciones climáticas

El trabajo de investigación se estableció en la época de primera del año 2017, en el Centro de Desarrollo Tecnológico del INTA (CDT Campos azules), en la ciudad de Masatepe, departamento de Masaya, con coordenada métricas 0592072 latitud norte y 1312090 longitud Oeste, a una altitud de 450 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar), con temperaturas que oscilan desde los 28 a 30°C y precipitaciones promedio anual de 1600 mm al año (Figura 2). Las características de suelo del lugar se pueden apreciar en la (Cuadro 2).

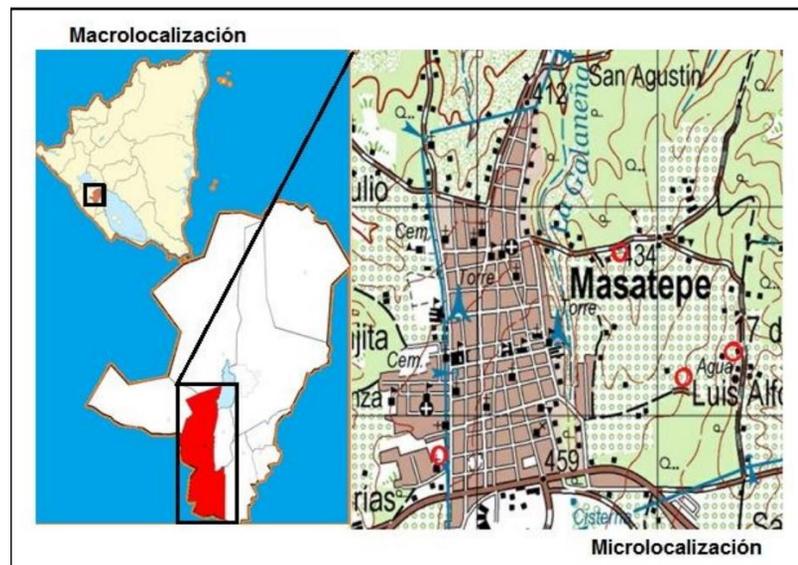


Figura 1. Ubicación del municipio de Masatepe (Flores et al.,2017).

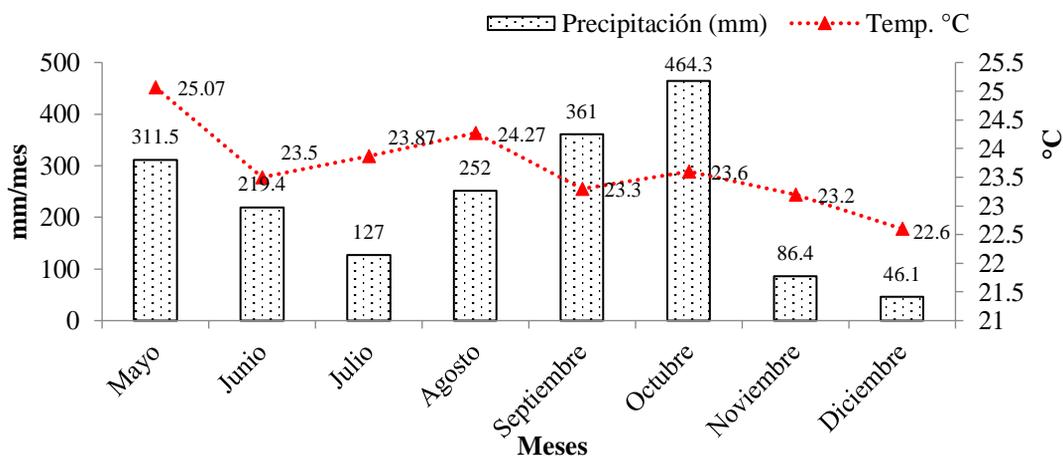


Figura 2. Comportamiento de las precipitaciones y de la temperatura en el periodo del mes de mayo a diciembre del 2017.

Cuadro 2. Características de suelo del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT Campos Azules)

Párametros físicos y químicos	Resultado	Clasificación
pH	5.41	Mediana mente acido
Materia Orgánica (%)	6.64%	Alto
Textura		Franco

Fuente: INTA (2017), pH= Acidez o alcalinidad del suelo

En el presente estudio no se realizó un previo análisis de suelo, puesto que está enfocado en la evaluación agronómica de genotipos híbridos de maíz como tratamientos del experimento y no en factores asociados a la aplicación de fórmulas, dosis y tipos de fertilizantes en un cultivo, así como la medición de factores edáficos asociados a las aplicaciones de los mismos.

4.2. Diseño metodológico

El estudio fue experimental, prospectivo y longitudinal, se empleó un diseño de bloques incompletos compuesto por 18 tratamientos y dos repeticiones; se hizo un arreglo de cuatro bloques de 9 tratamientos para un total de 36 unidades experimentales, en el cual se estableció el cultivo de maíz. El ensayo se estableció el 20 de junio del 2017 y se cosechó el 22 de octubre del 2017.

Kuehl (2001) explica que en ocasiones es necesario bloquear unidades experimentales en grupos más pequeños que una réplica completa de todos los tratamientos que se usaría con bloques completos aleatorizado o un diseño de cuadrado latino. El diseño de bloques incompletos se usa para disminuir la varianza del error experimental y proporcionar comparaciones más precisas entre tratamientos de lo que es posible con el diseño de bloques completos.

4.2.1. Descripción de los tratamientos

Se evaluaron 16 genotipos de maíz de endospermo blanco provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) México y se compararon con dos testigos comerciales: El híbrido Nicaragüense H-INTA 991 y el híbrido P4082W propuesto por el CIMMYT. En total se conformaron 18 tratamientos. En el Cuadro 3 se describen los tratamientos evaluados.

Cuadro 3. Contenido de zinc de los genotipos evaluados en el Centro de Desarrollo Tecnológico del INTA en la época de primera del 2017

Identificador	genotipo	Zn (ppm)	Identificador	genotipo	Zn (ppm)
1	CLTHWZN16054	31.7	10	CLTHW14003	22.0
2	CLTHWZN16131	28.1	11	CLTHWZN16110	29.1
3	CLTHWZN16108	27.5	12	CLTHWZN15016	27.5
4	CLTHWZN16104	28.0	13	CLTHWZN16106	29.2
5	CLTHWZN15010	33.2	14	CLTHWZN16055	29.1
6	CLTHWZN16103	27.3	15	CLTHWZN15021	31.3
7	CLTHWZN16109	26.4	16	CLTHWZN16133	28.8
8	CLTHWZN16051	34.7	17	H-INTA 991*	19.6
9	CLTHWZN16102	27.1	18	P4082W **	22.1

*Testigo local **, *Testigo común *** Fuente: INTA (2017), Zn= Zinc

Cada unidad experimental se conformó de cuatro hileras de 5 m de longitud, separados a 0.85 m de ancho y 0.25 m entre planta, para un total de 17 m², el área útil se conformó por los dos surcos centrales. Las dimensiones por bloque fueron de 5 m de longitud por 30.6 m de ancho, separados a una distancia de 1 m entre el primer y segundo bloque y 2 m entre el segundo, tercer y cuarto bloque. El área total del experimento fue de 765 m².

4.2.2. Manejo del Experimento

a). Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de forma mecanizada mediante el método de labranza convencional, se inició con la limpieza del terreno 15 días antes de la siembra, se realizaron dos pases de grada y se concluyó con una raya de siembra.

b). Siembra

La siembra se realizó de forma manual, se colocaron dos semillas por cada golpe de siembra a una distancia de 0.85 m entre hilera y 0.25 m entre planta.

c). Raleo

Se realizó a los 15 días después de la siembra dejando una planta sana y vigorosa por cada golpe, para un total de 80 plantas por cada parcela experimental y una densidad poblacional de 47 059 plantas por hectárea.

d). Control de malezas

Al momento de la siembra se realizó la aplicación de herbicida pre-emergente prowl 50 EC, para el control preventivo de malezas en dosis de 2.1 l ha⁻¹ posteriormente se realizaron tres controles de maleza de forma manual a los 24, 40 y 60 días después de la siembra, utilizando azadón y machete.

e). Fertilización

Al momento de la siembra se aplicó fertilizante completo en fórmula 12-30-10, en dosis de 91 kg ha⁻¹, posteriormente se realizaron dos aplicaciones de urea al 46 % a los 24 y 42 días después de la siembra, se utilizó una dosis de 45.45kg ha⁻¹ por cada aplicación.

f). Control de plagas

Se realizaron aplicaciones en intervalos de ocho días de insecticida Cazador 35 SC y Diazinon 60 EC, en dosis de 0.28 l ha⁻¹ y 0.43 l ha⁻¹, para evitar daños por chicharrita (*Dalbulus maydis*), cogollero (*Spodoptera fugiperda*), gusano cortador (*Agrotis ípsilon*), Zompopo (*Atta spp*), y hormigas (*Selenopsis geminata*). Así mismo, se realizaron muestreos durante las etapas claves del cultivo para la identificación y control de cogollero (*Spodoptera fugiperda*) por lo que se aplicó una mezcla de insecticida granulado Lorsban y Arena directamente al cogollo de las plantas.

g). Cosecha

Se efectuó a los 122 días después de la siembra una vez que todos los tratamientos alcanzaron la de madurez fisiológica, la recolección se hizo de forma manual.

4.3. Variables evaluadas

Para el registro de variables se utilizó la metodología propuesta por el CIMMYT (1985). La toma de datos se inició a partir de los 55 días después de la siembra, en la etapa de floración. Se tomaron 10 plantas de forma aleatoria dentro del área útil de cada parcela experimental.

a). Altura de planta (cm)

Se realizó después de la etapa de grano lechoso se seleccionaron 10 plantas al azar, se midió desde el punto de inserción de las raíces hasta el inicio de la hoja bandera o la base de la panoja. Para el registro de esta variable se fabricó una regla de madera graduada en centímetros.

b). Altura de inserción de la mazorca (cm)

Se tomaron las mismas plantas para la toma de a variable anterior y se midió desde el punto de inserción de las raíces hasta el nudo donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca superior.

c). Días a Floración Masculina y femenina

Se registró esta variable a partir de los 55 días después de la siembra, una vez que el 50 % de plantas presentaron emisión de polen en las espigas. En el caso de la floración femenina se contabilizo hasta la aparición de los estigmas en el 50 % de las plantas.

d). Afectación por Achaparramiento (%)

Se registró a partir de los 55 días después de la siembra. Se contabilizaron las plantas con presencia de síntomas característicos de la enfermedad (coloración amarilla o rojiza en las hojas y plantas).

e). Cobertura de mazorca (%)

Se registró en la etapa de grano dentado, a través del tacto. Se contaron las mazorcas que presentaban punta expuesta, con o sin granos y luego se calculó en porcentaje, con respecto al total de mazorcas de cada tratamiento.

f). Mazorcas Podridas (%)

Se realizó al momento de la cosecha, se extendieron las mazorcas cosechadas de cada tratamiento en filas de diez y se contaron las mazorcas con daños de pudrición de grano y se calculó en porcentaje.

g). Longitud de la mazorca (cm)

Para la toma de esta variable se tomaron diez mazorcas por cada tratamiento y se sacó el promedio de longitud. Se utilizó un vernier, se midió desde la base de inserción de la mazorca en el pedúnculo hasta su ápice.

h). Diámetro de la mazorca (cm)

Se hizo un corte transversal en la mitad de la mazorca, se utilizó un vernier , se midió el diámetro desde la corona de un grano hasta la corona del grano diametralmente opuesto.

i). Peso de la mazorca (g)

Se tomó el peso en gramos utilizando una pesa digital, se tomaron cinco mazorcas de cada tratamiento para obtener el promedio de peso.

j). Número de hileras por mazorca

Se contó el número de hileras en la parte central de la mazorca evitando la base y la punta, zona donde no se mantiene la orientación embrionaria de las hileras.

k). Peso de 1000 granos (g)

Se conformaron cuatro réplicas de doscientos granos por cada tratamiento, luego se promedió el peso y se proyectó para la cantidad de mil granos por medio de una regla de tres.

l). Diámetro del raquis (cm)

Se midió en centímetros, utilizando un vernier, entre la base de inserción de dos granos diametralmente opuestos en la parte central del raquis.

m). Peso del raquis (g)

Se registró este dato a las mismas espigas antes pesadas, una vez desprovistas de sus granos.

n). Rendimiento (Kg ha⁻¹)

Se cosecharon todas las mazorcas sin brácteas de cada parcela útil, en cada tratamiento y se registró el peso en kg utilizando una balanza digital, luego se proyectó el peso a kg ha⁻¹ mediante una regla de tres y se hizo un ajuste mediante la siguiente formula:

$$PC = (Pc * 0.8) * (100 - Hc) \div 85.$$

En donde: PC representa el peso corregido, Pc es el peso en campo en kg, 0.8 es la constante que representa el peso de la mazorca con granos menos el 20% de peso del raquis, 100 representa el 100 %, Hc es la humedad del grano al momento de la cosecha y 85 representa el valor que se utiliza para ajustar el peso del grano al 15% de humedad.

4.4. Análisis de datos

El análisis de los datos recopilados se realizó mediante un análisis de Varianza (ANDEVA) y se realizó prueba de la diferencia mínima significativa (LSD) Fisher al 95% de confianza, utilizando el programa estadístico Infostat v. 2014.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Comportamiento de la altura de planta e inserción de mazorca

Todas las variables evaluadas mostraron diferencias estadísticas en los híbridos evaluados, por lo cual se procedió a aplicar prueba de LSD de Fisher para categorizar los híbridos bajo estudio. Las alturas de las plantas estuvieron en el rango de 162 a 240 cm, siendo el híbrido CLTHWZN16108 (239 cm) quien mostró la mayor altura seguido de H-INTA 991 (224 cm), CLTHWZN16104 (220.5 cm), CLTHWZN16109 (215.5 cm), así mismo la mayor inserción de la mazorca fue para el híbrido CLTHWZN16109 (100 cm), seguido de H-INTA 991 (98.5 cm), estudio efectuado por López et al. (2017) al evaluar 20 híbridos simples de maíz en México encontrando valores que variaron entre 163 a 230 cm, Cieza et al. (2020), mencionan que tanto la altura de la planta como la inserción de la mazorca son dos variables estrictamente relacionadas entre sí y con el rendimiento al final del ciclo agrícola, destacando la importancia de materiales que resistan el acame y toleren altas densidades (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comportamiento de la altura de planta e inserción de la mazorca en híbridos de maíz, Masatepe

Identificador	Genotipo	Altura de planta (cm)		Altura de mazorca (cm)	
1	CLTHWZN16054	186.0	bc	81.5	abc
2	CLTHWZN16131	209.0	ab	88.0	abc
3	CLTHWZN16108	239.0	a	87.5	abc
4	CLTHWZN16104	220.5	ab	77.0	c
5	CLTHWZN15010	198.5	abc	79.5	c
6	CLTHWZN16103	199.5	abc	89.5	abc
7	CLTHWZN16109	215.5	ab	100.0	a
8	CLTHWZN16051	197.5	abc	87.0	abc
9	CLTHWZN16102	209.0	ab	77.0	c
10	CLTHW14003	162.0	c	82.0	abc
11	CLTHWZN16110	214.0	ab	87.5	abc
12	CLTHWZN15016	203.0	abc	92.0	abc
13	CLTHWZN16106	211.5	ab	87.0	abc
14	CLTHWZN16055	209.0	ab	90.0	abc
15	CLTHWZN15021	197.5	abc	86.5	abc
16	CLTHWZN16133	219.5	ab	81.0	abc
17	H-INTA 991	224.0	ab	98.5	ab
18	P4082W	165.0	c	80.5	bc
LSD	43.21			18.63	
R ²	0.62			0.60	
CV (%)	10.06			10.29	

CV= Coeficiente de variación, R²= Coeficiente de determinación, LSD= Diferencia mínima significativa

5.2. Días a la floración masculina, femenina y afectaciones por achaparramiento en el cultivo de maíz

La floración masculina vario desde los 55 hasta los 59 días y la floración femenina de los 56 a los 60 días siendo los híbridos CLTHWZN15010, CLTHWZN16051, CLTHWZN15016, P4082W, los más precoces (Cuadro 5), Cieza et al. (2020); Sánchez et al (2017), Guzmán et al. (2017), mencionan que la sincronía entre las floraciones garantiza una excelente fecundidad, en general los híbridos evaluados tuvieron una buena sincronía con diferencias de un día entre ambas floraciones. Las afectaciones por achaparramiento fueron inferior al siete por ciento, esto reflejo que materiales mejorados son afectados por esta enfermedad.

Cuadro 5. Comportamiento de las floraciones y afectación por achaparramiento en híbridos de maíz, Masatepe

Identificador	Genotipo	Días a la floración masculina		Días a la floración femenina		Plantas con achaparramiento (%)	
1	CLTHWZN16054	59.0	a	60.0	a	5.00	ab
2	CLTHWZN16131	58.0	ab	59.0	ab	0.00	c
3	CLTHWZN16108	58.0	ab	59.0	ab	5.00	ab
4	CLTHWZN16104	58.0	ab	59.0	ab	1.25	bc
5	CLTHWZN15010	55.0	d	56.0	e	0.00	c
6	CLTHWZN16103	57.0	bc	58.0	bc	0.00	c
7	CLTHWZN16109	59.0	a	60.0	a	1.25	bc
8	CLTHWZN16051	56.0	cd	57.0	de	0.00	c
9	CLTHWZN16102	56.0	cd	57.0	de	0.00	c
10	CLTHW14003	56.0	cd	57.0	de	0.00	c
11	CLTHWZN16110	58.0	ab	59.0	ab	1.25	bc
12	CLTHWZN15016	56.0	cd	57.0	de	6.25	a
13	CLTHWZN16106	58.0	ab	59.0	ab	6.20	a
14	CLTHWZN16055	58.0	ab	59.0	ab	0.00	c
15	CLTHWZN15021	58.0	ab	59.0	ab	1.25	bc
16	CLTHWZN16133	59.0	a	60.0	a	0.00	c
17	H-INTA 991	56.0	cd	57.0	de	0.00	c
18	P4082W	56.0	cd	56.0	e	0.00	c
LSD		1.21		1.21		4.87	
R ²		0.89		0.81		0.63	
CV (%)		1.00		0.99		54.78	

CV= Coeficiente de variación, R²= Coeficiente de determinación, LSD= Diferencia mínima significativa

5.3. Cobertura y pudrición de mazorcas

La cobertura apical de mazorca representa una característica de valor agronómico y económico al proteger los frutos del maíz, cuando existe una mala cobertura por parte de las brácteas en la mazorca, en épocas de lluvia provoca pudrición de raquis y pérdida de granos, los híbridos con mejor cobertura fueron (P4082W, H-INTA 991, CLTHWZN16104, CLTHWZN16051), sin embargo, los que mostraron mayor porcentaje de pudrición de mazorca son: CLTHWZN16054, CLTHWZN16106; CLTHWZN16055 (Cuadro 6). Estudio efectuado por Villacís Seme (2021), menciona que la cobertura apical y la pudrición de mazorca tiene una relación directa, es decir si la mazorca esta descubierta el riesgo de podredumbre es mayor, por lo cual se reduce el rendimiento al final del ciclo agrícola.

Cuadro 6. Comportamiento de la cobertura y pudrición de mazorca en híbridos de maíz, Masatepe

Identificador	Genotipo	cobertura de mazorca (%)		mazorcas podridas (%)	
1	CLTHWZN16054	20.50	a	19.00	a
2	CLTHWZN16131	17.50	a	6.50	b
3	CLTHWZN16108	10.00	abc	10.00	ab
4	CLTHWZN16104	2.00	ef	3.50	b
5	CLTHWZN15010	6.50	b-f	4.00	a
6	CLTHWZN16103	10.50	abc	12.00	ab
7	CLTHWZN16109	7.00	a-f	7.00	b
8	CLTHWZN16051	4.00	def	4.00	a
9	CLTHWZN16102	9.00	b-f	10.00	ab
10	CLTHW14003	4.50	c-f	4.00	b
11	CLTHWZN16110	13.50	ab	10.50	ab
12	CLTHWZN15016	9.00	b-f	9.00	ab
13	CLTHWZN16106	10.00	bcd	12.50	ab
14	CLTHWZN16055	11.50	abc	12.50	ab
15	CLTHWZN15021	5.00	b-f	5.50	b
16	CLTHWZN16133	7.00	b-f	5.50	b
17	H-INTA 991	1.50	f	4.00	b
18	P4082W	1.00	f	4.00	b
	LSD	7.087		10.677	
	R ²	0.77		0.55	
	CV (%)	44.04		64.96	

CV= Coeficiente de variación, R²= Coeficiente de determinación, LSD= Diferencia mínima significativa

5.4. Componente productivo

Dentro de los componentes productivos, se destaca aquellos relacionados directamente a la mazorca de la planta, se determinó que la longitud de la mazorca fluctuó entre 14 y 18 cm, los híbridos CLTHWZN161055, CLTHWZN16102, CLTHWZN16054 sobresalieron, y el diámetro entre 4 y 6 cm, destacándose CLTHWZN16110, CLTHWZN16104 y CLTHWZN16109 según Lopes et al. (2019) la variación en estas variables entre los híbridos de maíz se debe la diferencia genética que presenta cada uno y la interacción con el medio ambiente (Cuadro 7).

El diámetro de raquis estuvo en el rango de 2 a 3.5 cm (CLTHWZN16104, CLTHWZN16110, CLTHWZN16106) sobresalieron, una variable relacionada directamente al diámetro de la mazorca. Otras variables relacionadas son el peso de la mazorca y el raquis, esto se debe a que pueden tener influencia directa a la producción, sobresalieron los híbridos CLTHWZN16104, CLTHWZN15016, CLTHW14003, en peso de mazorca y CLTHWZN16104, CLTHWZN16110 y CLTHWZN15010 para la variable de peso de raquis. Estudios efectuados por Quiro (2017), hacen mención que estas variables responden de igual manera a las densidades que se establezca el cultivo en campo por lo cual puede variar a medida que se aumente o se disminuyan las densidades poblacionales en campo.

Cuadro 7. Comportamiento de variables relacionadas al rendimiento en híbridos de maíz, Masatepe

Identificador	Genotipo	Diámetro de mazorca (cm)		Diámetro de raquis (cm)		Peso de mazorca (g)		Peso de raquis (g)		Longitud de mazorca (cm)	
1	CLTHWZN16054	4.50	bc	2.78	abc	181.70	abc	33.40	a-d	17.59	ab
2	CLTHWZN16131	4.48	bc	2.61	bc	166.30	c	24.70	ef	15.11	f
3	CLTHWZN16108	4.88	ab	2.93	abc	185.15	abc	33.30	a-d	16.03	c-f
4	CLTHWZN16104	5.05	a	3.11	a	208.70	a	38.20	a	14.45	b-f
5	CLTHWZN15010	4.79	abc	2.80	cde	194.40	abc	35.90	abc	15.49	ef
6	CLTHWZN16103	4.70	abc	2.69	de	179.90	abc	29.70	c-f	16.01	c-f
7	CLTHWZN16109	4.90	ab	2.90	bcd	195.00	abc	31.00	bcd	15.88	c-f
8	CLTHWZN16051	4.69	abc	2.80	cde	186.60	abc	31.60	bcd	15.16	f
9	CLTHWZN16102	4.72	abc	2.80	cde	199.80	abc	31.60	bcd	17.71	a
10	CLTHW14003	4.82	ab	2.82	cde	204.00	ab	30.60	cde	16.95	abc
11	CLTHWZN16110	5.08	a	3.06	ab	202.90	ab	36.90	ab	15.94	c-f
12	CLTHWZN15016	4.71	abc	2.65	e	204.90	ab	32.70	a-d	16.52	b-e
13	CLTHWZN16106	4.38	c	3.04	ab	195.70	abc	35.80	abc	16.04	c-f
14	CLTHWZN16055	4.52	bc	2.68	e	171.90	bc	35.00	abc	17.75	a
15	CLTHWZN15021	4.88	ab	2.90	bcd	196.40	abc	34.90	a-d	15.70	def
16	CLTHWZN16133	4.79	abc	2.70	de	203.50	ab	33.90	a-d	15.82	c-f
17	H-INTA 991	4.63	bc	2.56	e	187.70	abc	24.00	f	16.74	a-d
18	P4082W	4.71	abc	2.73	bc	173.30	abc	28.70	def	15.10	f
R ²		0.63		0.84		0.54		0.77		0.82	
CV (%)		4.40		3.63		8.79		9.15		3.45	

CV= Coeficiente de variación, R²= Coeficiente de determinación,

El peso de la semilla puede ser explicada mediante variaciones en la duración de llenado efectivo, o modificaciones en la tasa de acumulación de materia seca durante esta etapa (Rossatto, 2018), destacaron los híbridos CLTHWZN16102, CLTHWZN15016 y CLTHWZN15021. Según Kvitschal et al. (2010), las diferencias que ocurren en el peso de mil semillas están relacionados con la textura de esta, en el caso del número de hileras sobresalieron los híbridos CLTHWZN15010, CLTHWZN16104 y CLTHW14003, con rango de 13 a 17 hileras por mazorca (Cuadro 8), Endicott (2015), menciona que en la mayoría de los híbridos se busca que cada mazorca desarrolle entre 13 y 18 hileras.

El rendimiento está condicionada por diferentes variables, principalmente aquellas relacionada con la mazorca, los híbridos CLTHWZN16104, CLTHWZN16051, CLTHWZN16110, CLTHW14003, sobresalieron de los demás híbridos evaluados, de acuerdo con Cieza et al. (2020), los mayores rendimientos se asocian a plantas con menores alturas de plantas e inserción de mazorca, lo que permite a la planta aprovechar los nutrientes y dirigirlos al fruto, desarrollando mayor cantidad de semillas, hileras y por ende mayores rendimientos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comportamiento de variables de rendimiento en híbridos de maíz, Masatepe

Identificador	Genotipo	Rendimiento		Número de hileras		Peso de 1000	
		(kg ha ⁻¹)		por mazorca		semillas (g)	
1	CLTHWZN16054	5339.20	a-d	14.60	c-g	262.50	f
2	CLTHWZN16131	5441.30	a-d	15.40	b-e	295.00	bc
3	CLTHWZN16108	5675.90	a-d	15.00	b-g	277.50	e
4	CLTHWZN16104	6325.82	a	16.00	ab	282.50	de
5	CLTHWZN15010	5079.60	cd	17.00	a	245.00	g
6	CLTHWZN16103	4760.90	d	14.80	b-g	280.00	e
7	CLTHWZN16109	5817.80	a-d	15.80	abc	290.00	cd
8	CLTHWZN16051	6237.80	ab	15.60	bcd	282.50	de
9	CLTHWZN16102	5502.60	a-d	14.20	efg	310.00	a
10	CLTHW14003	6035.20	abc	16.00	ab	285.00	de
11	CLTHWZN16110	6197.90	ab	15.60	bcd	297.50	bc
12	CLTHWZN15016	5181.20	b-d	14.00	fg	307.50	a
13	CLTHWZN16106	5248.00	b-d	14.80	b-g	302.50	ab
14	CLTHWZN16055	5625.80	a-d	14.40	d-g	255.00	f
15	CLTHWZN15021	5221.50	b-d	15.20	b-f	307.50	a
16	CLTHWZN16133	5663.70	a-d	15.00	b-g	280.00	e
17	H-INTA 991	5585.40	a-d	13.80	g	282.50	de
18	P4082W	5896.30	abc	15.40	b-e	262.50	f
R ²		0.60		0.76		0.97	
CV (%)		9.09		4.26		1.54	

R²= Coeficiente de determinación, LSD= Diferencia mínima significativa

VI. CONCLUSIONES

Los híbridos evaluados, CLTHWZN16108, CLTHWZN16133, CLTHWZN16109, CLTHWZN16104, mostraron comportamiento similar en altura de planta e inserción de mazorca, al compararse con el H-INTA 991, la floración masculina y femenina en todos los híbridos estuvo sincronizada. Los híbridos CLTHWZN16055, CLTHWZN16102, CLTHWZN16054, CLTHWZN16104, CLTHWZN16110, CLTHW14003, presentaron mazorcas de mayor longitud y diámetro, por lo que se consideran materiales con alto potencial comercial en el país.

Los mayores rendimientos se obtuvieron en los híbridos CLTHWZN16104, CLTHWZN16051, CLTHWZN16110, CLTHW14003, estos superaron al híbrido comercial nacional y al propuesto por el Centro Internacional, en las condiciones de Masatepe, en la época de siembra evaluada.

Con relación a las variables de mazorca que incidieron en el incremento del rendimiento de los híbridos anteriormente mencionados, destacaron las variables de diámetro de mazorca, peso de la mazorca y número de hileras por mazorca.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar los híbridos, CLTHWZN16108, CLTHWZN16133, CLTHWZN16109, CLTHWZN16051, CLTHWZN16102, CLTHWZN16054, CLTHWZN16104, CLTHWZN16110, CLTHW14003, a diferentes densidades y dosis de fertilización para determinar su potencial en términos de productividad y rentabilidad para ser comercializados en el país.

Realizar análisis económicos a la producción para obtener una relación beneficio/costo por hectárea para ser recomendado a los productores del pacifico sur de Nicaragua.

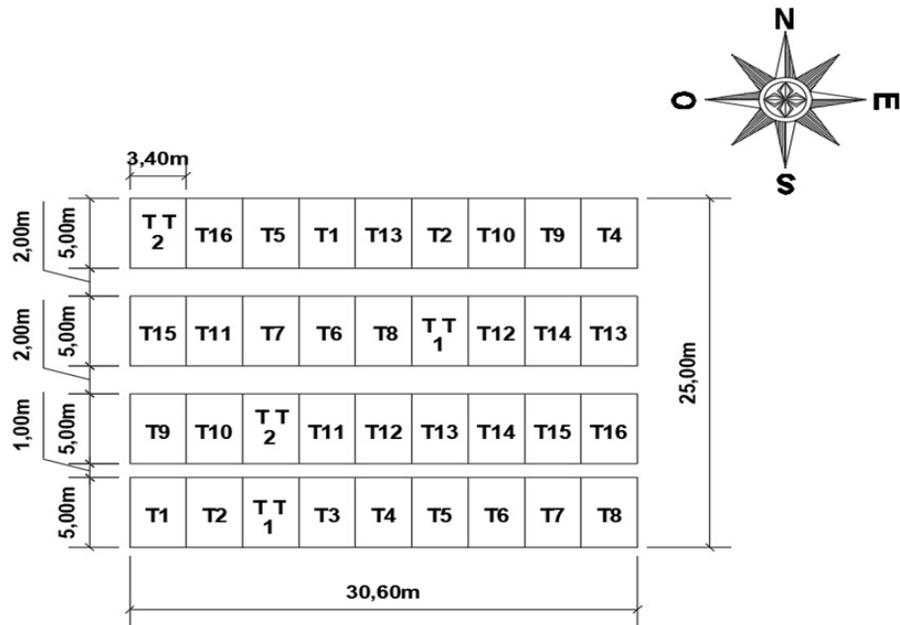
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Betanco, N. A. T. (2023). Precipitaciones y precios de granos básicos en Nicaragua. Foro de Investigadores de Bancos Centrales del Consejo Monetario Centroamericano, 17.
- Castillo, R. C., & Moreno, R. B. (2013). Caracterización del cultivo de maíz en Nicaragua: un análisis de varianza de los determinantes del rendimiento. *Documentos de Trabajo*, 33.
- Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo [CIMMYT]. 2018. Nuevo maíz enriquecido con zinc mejorará la nutrición en Colombia, disponible en: <https://www.cimmyt.org/es/noticias/nuevo-maiz-enriquecido-con-zinc-mejorara-la-nutricion-en-colombia/>
- Cieza, I., Jara, T. W., Terrones, R., Figueroa, Y. C., & Valdera, A. (2020). Características agronómicas, componentes de producción y rendimiento de grano de híbridos de maíz (*Zea mays*). *Manglar*, 17(3), 261-267. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2020.038>
- Endicott S, Brueland B, Keith R, Schon R, Bremer C, Farnham D, et al. Maíz crecimiento y desarrollo [Internet]. Iowa, Estados Unidos: Pioneer; 2015. p. 20. Disponible en: https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Serviicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf
- Flores Espinoza, M. J., Obando Hernández, J. D., & Urbina García, B. J. (2017). Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de Masatepe (Universidad Nacional de Ingeniería). Disponible en: <https://ribuni.uni.edu.ni/1740/1/90132.pdf>
- García, M., & Jarielqui, A. (2015). Conocimientos, actitudes y prácticas maternas en Alimentación del lactante y niño pequeño ingresados en el Servicio de Pediatría del Hospital Alemán Nicaragüense, Octubre 2014-Enero 2015 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua). Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/4034/1/74178.pdf>
- Guzmán, M.; Díaz, D.; Ramis, C.; et al. (2017). Estimación de la aptitud combinatoria y heterosis en híbridos no convencionales de maíz con alto contenido de proteína. *Bioagro* 29: 175-184.
- KUEHL, R. (2001). Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación [en línea]. México: Thomson Learning. Disponible en: <https://es.slideshare.net/victorhuaracalohuillca/diseo-de-experimentos-principios-estadsticos-de-diseo-y-anlisis-de-investigacin-robert-o-kueh>
- Kvitschal, M.; Martine, E.; Vidigal P.S.; et al. 2010. Arranjo de plantas e produção de dois híbridos simples de milho. *Revista Ciência Agronômica* 41: 122-131
- Lopes, L.; Diniz, W.H.; Batista, J.; et al. (2019). Evaluation of corn hybrids performance in two locations of Goiás. *Revista de Agricultura Neotropical* 6: 8-16.
- López, C.; Tadeo, M.; Espinosa, A.; et al. 2017. Productividad de cruza simples de maíz con calidad de proteína en Valles Altos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8: 559-570

- MacRobert, J.; Setimela, P.; Gethi, J.; et al. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. 26 pp.
- Ministerio Agropecuario y Forestal [MAGFOR]. Programa nacional fortalecimiento al sistema nacional de semilla. Evaluación social de territorios. (2009). Ampliación proyecto de Tecnología Agropecuaria II. Componente I: Innovación y Adopción de Tecnología agrícola y Forestal, SubComponente 1.3, Producción de Semilla y Certificación. MAGFOR. 68p.
- Mateo Valverde, N., San, F. R. D. T. A., & de Innovación Tecnológica, P. R. E. (2014). Las cadenas de maíz y frijol en Centroamérica y República Dominicana La experiencia del proyecto PRESICA. Documento Técnico (IICA).
- Moreira (2019) Evaluación agronómica de híbridos de maíz (*Zea mays* L.), en la época lluviosa en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO. recuperado de: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/81466310-c8d4-4cc8-8e57-ab83541c74c6>
- Molina, J., Ferreyra, M. L., & Zampini, J. L. (2023). Ensayos de Híbridos de Maíz INTA Río Primero Campaña 2022–2023. AER Río Primero, INTA. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/15930/INTA_CRCordoba_EEAManfredi_Molina_J_Ensayo_hibridos_de_maiz_INTA_Rio_Primer.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Parera, C. A. (2017). Producción de maíz dulce. INTA Ediciones. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Parera/publication/326649587_Produccion_de_Maiz_Dulce/links/5b5b0440458515c4b24abbe2/Produccion-de-Maiz-Dulce.pdf
- Quiro J. Componentes del rendimiento de grano bajo diferentes densidades de siembra en maíz en los valles altos del Estado de México [Internet]. Universidad Autónoma del Estado de México; 2017. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/68219>
- Rosatto X. Densidad óptima de siembra en cultivos de maíz tardío, en Villa Mercedes (San Luis) [Internet]. Universidad Nacional de San Luis; 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330263089_densidad_optima_de_siembra_en_cultivos_de_maiz_tardio_en_villa_mercedes_san_luis
- Sánchez, F.J.; Mendoza, M.C.; Mendoza, M.; et al. (2017). Aptitud combinatoria de líneas endogámicas para la producción de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de cruza simple en condiciones de riego. *Agrociencia* 51: 393-407.
- Velázquez-Cardelas, G. A., González-Huerta, A., Pérez-López, D. D. J., & Castillo-González, F. (2018). Análisis de híbridos comerciales y mestizos de maíz formados con germoplasma del INIFAP y del CIMMYT. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(3), 615-627.
- Villacís Seme, Jennifer Yamali. (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.”. Quevedo UTEQ. 90p.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo en la evaluación de 18 híbridos de maíz (*Z. mays* L) enriquecido con Zinc



TT1: Testigo Local H-INTA 991

TT2: Testigo comercial P4082W

Área total del experimento: 765 m²

Anexo 2. Manejo del experimento evaluación de 18 híbridos de maíz (*Z. mays* L) enriquecido con Zinc



Anexo 3. Fertilización, control de plagas y cosecha del experimento: Evaluación de 18 híbridos de maíz (*Z. mays* L) enriquecido con Zinc

