



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de graduación

**Evaluación de 20 híbridos de maíz, en Tisma,
Masaya; septiembre – diciembre 2016**

Autores

Jefrey Paulino Vargas Reyes
Emerson Andrés Castillo Tórrez

Asesor

PhD. Freddy Alemán

Managua, Nicaragua
Septiembre, 2019



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de graduación

**Evaluación de 20 híbridos de maíz, en Tisma,
Masaya; septiembre – diciembre 2016**

Autores

Jefrey Paulino Vargas Reyes
Emerson Andrés Castillo Tórrez

Asesor

PhD. Freddy Alemán

Presentado a la consideración del Honorable Tribunal Examinador
como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Septiembre, 2019

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria (UNA) como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Miembros del tribunal examinador:

Managua, 18 de septiembre del 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA (Jefrey Vargas).....	i
DEDICATORIA (Emerson Castillo)	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación del área de estudio.....	4
3.2. Diseño metodológico.....	4
3.2.1. Material genético.....	4
3.2.2. Diseño experimental.....	6
3.2.3. Establecimiento y manejo agronómico del ensayo	7
3.2.3.1. <i>Preparación del suelo</i>	7
3.2.3.2. <i>Siembra</i>	7
3.2.3.3. <i>Riego</i>	7
3.2.3.4. <i>Fertilización</i>	7
3.2.3.5. <i>Manejo de arvenses</i>	7
3.2.3.6. <i>Manejo de plagas</i>	7
3.2. Variables evaluadas.....	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1. Componentes vegetativos.....	12
4.1.1. Altura de la planta	12
4.1.2. Altura de la mazorca	13
4.1.3. Diámetro de la planta	13
4.1.4. Número de hojas por planta.....	14
4.1.5. Longitud de hoja.....	14
4.1.6. Ancho de la hoja.....	15

4.1.7. Área foliar	16
4.1.8. Acame de tallo.....	16
4.1.9. Acame de raíz.....	17
4.1.10. Días a floración masculina	17
4.1.11. Días a floración femenina	17
4.1.12. Aspecto de la planta	18
4.2. Componentes de mazorca.....	20
4.2.1. Longitud de la mazorca	20
4.2.2. Diámetro de la mazorca.....	21
4.2.3. Número de hileras por mazorca.....	21
4.2.4. Número de granos por hilera.....	22
4.2.5. Aspecto de la mazorca.....	23
4.2.6. Cobertura de la mazorca.....	23
4.2.7. Disposición de las hileras en la mazorca.....	23
4.3. Componentes de rendimiento.....	25
4.3.1. Plantas establecidas	26
4.3.2. Plantas cosechadas	26
4.3.3. Mazorcas cosechadas	27
4.3.4. Mazorcas descartadas	27
4.3.5. Masa de la mazorca sin brácteas	28
4.3.6. Masa del grano	29
4.3.7. Masa del raquis.....	29
4.3.8. Masa de mil semillas	30
4.3.9. Rendimiento de grano	31
4.4. Comparaciones de grupos	33
V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENDACIONES	38
VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	39
VIII. ANEXOS.....	43

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la vida, la fuerza y muchas bendiciones que me ayudaron a seguir adelante.

A mis amados padres Paulino Vargas Hernández y Miriam Reyes, por todo el esfuerzo y amor que han dedicado a mi formación profesional.

A mi abuelo Cosme Reyes Castro por su gran amor y sus consejos que me ayudaron en mi vida personal.

A mis familiares que me ayudaron en muchas cosas a fin de culminar mis estudios.

A mis hermanas Magaly Vargas, Jennifer Vargas y Khatty Reyes por su apoyo incondicional.

A mis compañeros y excelentes amigos que siempre trabajaron conmigo en toda mi carrera Emerson Castillo, Cristhian Rodríguez, Marco Casco, Erwin Campos, Álvaro Muñoz y Oscar Rivera.

Agradezco también al Ing. PhD. Freddy Alemán, asesor de tesis, por ayudarme en mí trabajo.

Finalmente, para mis hermanos de la iglesia que estuvieron conmigo en situaciones buenas y malas, dándome ánimos en todo momento, a todos ellos les dedico este trabajo.

Jefrey Paulino Vargas Reyes

DEDICATORIA

No dedico este documento, sino lo que representa y significa.

Mi Eterno agradecimiento a **DIOS NUESTRO SEÑOR**, por darme vida, bendiciones, procurarme permanente fortaleza, para seguir adelante, situando en mi camino lo más apreciado:

Mis padres: Emerson Alberto Castillo Bonilla y Darling Marina Tórrez Zúniga, a quienes amo y respeto, reconozco y agradezco infinitamente el apoyo, esfuerzo, sacrificio y comprensión que me brindaron siempre, sin duda alguna, todo lo alcanzado en la vida es por ustedes; gracias por ser mis Padres y estar a mi lado incondicionalmente, cuando más necesité y más aún por seguir estando conmigo.

Mis abuelitos: María Auxiliadora Zuniga (QEPD), Magda Isabel Bonilla y Andrés Gabriel Castillo, que, con sus sabios consejos, guiaron y brindaron el más sincero amor y cariño ante mí en todo momento.

Mis hermanos: Jefferson por su apoyo y aportes a lo largo de mi vida, Ángel y Mariana por su grata e invaluable compañía, por sus muestras de afecto que día a día tienen conmigo.

Mis tíos paternos: Andrés, Gabriela y Doming Castillo Bonilla, igualmente a mis **tíos maternos:** Sandra y Harvin Tórrez Zuniga, que siempre están conmigo cuando los necesito, brindándome su más noble apoyo y cariño.

Mi novia Julissa Flores: Para ti, no encuentro palabras que expresen el profundo agradecimiento, cariño, amor y respeto que guardaré siempre; por el apoyo desinteresado que me has brindado.

A todas las personas mencionadas les tengo un gran aprecio, los guardo en un lugar irremplazable dentro mi corazón y aquellas que no están en el escrito están en un lugar de muchísimo más valor.

Emerson Andrés Castillo Tórrez

AGRADECIMIENTOS

Es sumamente grato dirigirnos a vuestras dignas personas para:

Expresar nuestros más sinceros agradecimientos, especialmente a Dios por darnos la vida, guiarnos por el buen camino, bendecirnos en todo momento ayudándonos a lograr alcanzar nuestras metas propuestas.

Así mismo, nuestro reconocimiento a Marco González, Cristhian Rodríguez, Álvaro Muñoz, Erwin Campos y Óscar Rivera, quienes, como compañeros y amigos, estuvieron incondicionalmente a nuestro lado en todo momento.

A nuestro apreciado y estimado PhD. Freddy Alemán, por su disponibilidad y actitud positiva, que mostró ante nosotros, asesorándonos y compartiendo sus valiosos conocimientos, que sin duda alguna hicieron posible la culminación de este trabajo.

Al Maestro Ing. William Chamorro, quien a través de CHAMAGRO S.A. nos brindó la oportunidad de llevar a cabo este proyecto, y nos facilitó la logística necesaria para el establecimiento y manejo del experimento.

Al Ing. Romel Alvarado quien nos brindó su apoyo técnico y profesional durante la etapa de campo del ensayo, y además nos facilitó información imprescindible para la redacción de este escrito.

Agradecemos también al PhD Óscar Gómez por guiarnos a través de sus consejos y por brindarnos conocimientos científico-técnicos que nos sirvieron en gran medida para la realización del análisis estadístico.

A todas aquellas personas que, a pesar de no haberlas mencionado, siempre las llevamos en el corazón por la huella que han dejado en nosotros.

Jefrey Paulino Vargas Reyes
Emerson Andrés Castillo Tórrez

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Datos generales de 17 híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) procedentes del CIMMYT y 3 locales evaluados en Tisma, Masaya durante época de postrera 2016.	5
2. Valores promedios de variables vegetativas (altura de la planta, altura de la mazorca, diámetro de la planta, número de hojas, longitud de la hoja, ancho de la hoja y área foliar de 17 híbridos procedentes del CIMMYT y 3 locales en Tisma, Masaya entre septiembre y diciembre del 2016.	19
3. Variables cuantitativas registradas a nivel de parcela útil y variables cualitativas evaluadas en 17 híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) procedentes del CIMMYT y tres locales evaluados en Tisma, Masaya durante época de postrera 2016.	20
4. Valores promedios de componentes de mazorca, de 20 híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) evaluados en Tisma, Masaya, durante época de postrera 2016.	24
5. Variables cualitativas de componentes de mazorca, de 20 híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) evaluados en Tisma, Masaya, durante época de postrera 2016.	25
6. Variables relacionadas con el rendimiento evaluadas en 17 híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) procedentes del CIMMYT y 3 locales evaluados en Tisma, Masaya durante época de postrera 2016.	28
7. Valores promedios de componentes de rendimiento, de 20 híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) evaluados en Tisma, Masaya, durante época de postrera 2016.	33
8. Resultados de la comparación de 17 híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) provenientes del CIMMYT con 3 variedades explotadas en Nicaragua a través de contrastes ortogonales ($\alpha=0.05$).	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA

PÁGINA

1. Plano de campo del experimento, Tisma, Masaya, época de postrera 2016. 6

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINA
1. Precipitaciones pluviales diarias registradas en la estación meteorológica de Masaya- entre septiembre y diciembre del 2016. INETER, 2018.	44
2. Temperatura mínima, media y máxima diaria registradas en la estación meteorológica de Masaya entre septiembre y diciembre del 2016. INETER, 2018.	44
3. Humedad relativa diaria registradas en la estación meteorológica de Masaya entre septiembre y diciembre del 2016. INETER, 2018.	45
4. Velocidad del viento mínima, media y máxima diarias registradas en la estación meteorológica de Masaya entre septiembre y diciembre del 2016. INETER, 2018.	45
5. Diámetro de la mazorca. CIMMYT, 1991.	46
6. Longitud de la mazorca. CIMMYT, 1991.	46
7. Escala de cobertura de la mazorca. CIMMYT, 1999.	46
8. Acame de tallo y raíz en plantas de maíz. INTA, 2013.	47
9. Escala de disposición de las hileras en la mazorca. CIMMYT, 1991.	47
10. Resultados obtenidos en el análisis de varianza para las variables evaluadas en 17 híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) procedentes del CIMMYT y 3 locales evaluados en Tisma, Masaya durante época de postrera 2016.	47
11. Definición de masa y peso según la Real Academia Española (RAE).	48

RESUMEN

La semilla de maíz híbrido proporciona a los agricultores variedades que poseen características genéticas mejoradas, dada la combinación única de caracteres que resultan en: altos rendimientos, resistencia a plagas, enfermedades y condiciones de cultivo adversas. Con la finalidad de evaluar preliminarmente 17 híbridos de maíz (*Zea mays* L) procedentes del CIMMYT y 3 locales utilizados como testigos, siendo estos los siguientes: H-INTA 991, HS 5G y 30F96; se estableció un ensayo en la Finca San Jerónimo, ubicada en la comarca San Jerónimo del municipio de Tisma en Masaya durante época de postrera del 2016. El diseño experimental utilizado fue un Alpha Lattice (5*4) que constó de 3 repeticiones, 15 bloques y 60 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: componentes vegetativos, componentes de mazorca y componentes de rendimiento. Los datos recolectados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA), realizándose separación de medias por diferencias mínimas significativas (DMS, $\alpha= 0.05$) en aquellas variables que mostraron significancia estadística; los materiales evaluados fueron comparados como grupo por medio de contrastes ortogonales. Los genotipos en estudio presentaron diferencias en la mayoría de las variables evaluadas ($Pr < 0.05$), los híbridos importados mostraron dominancia en el 93.75% de las variables evaluadas en comparación con los locales. La entrada 13 con genealogía CLTHW15081 procedente del CIMMYT el más destacado por su clara dominancia en: aspecto de la planta, acame de raíz, mazorcas cosechadas, aspecto de la mazorca, número de hileras por mazorca; y rendimiento, el cual fue 51.9% superior a la variedad 30F96 que se comportó como el mejor testigo. En base a los resultados, se recomienda la utilización del cultivar CLTHW15081 en la zona de estudio y se insta a utilizarlo en ensayos de adaptación y estabilidad.

Palabras clave: CIMMYT, Alpha lattice, ANDEVA, DMS, Contrastes ortogonales.

ABSTRACT

Hybrid maize seed provides farmers with varieties that have improved genetic characteristics, given the unique combination of traits that result in: high yields, resistance to pests, diseases and adverse growing conditions. In order to evaluate preliminary 17 maize hybrids from CIMMYT and 3 local cultivars used as control (H-INTA 991, HS 5G and 30F96); an essay was established at the San Jerónimo farm, located in San Jerónimo area, Tisma municipality in Masaya during the second semester of 2016. The experimental design used was an Alpha Lattice (5 * 4) that consisted of 3 repetitions, 15 blocks and 60 experimental units. The variables evaluated were: vegetative components, ear components and yield components. The data collected were subjected to an analysis of variance (ANOVA), separating means were made by significant minimum differences (SMD, $\alpha = 0.05$) in those variables that showed statistical significance; The evaluated materials were compared as a group by means of orthogonal contrasts. The genotypes under study showed differences in most of the evaluated variables ($Pr < 0.05$), the imported hybrids showed dominance in 93.75% of the variables evaluated compared to the local ones. Entry 13 with genealogy CLTHW15081 from CIMMYT is the most outstanding for its clear dominance in: appearance of the plant, root beat down, harvested ears, aspect of the ear, number of rows per ear; and yield. Yield was 51.9% higher than the 30F96 variety that behaved as the best local variety. Based on the results, it is recommended to use the cultivar CLTHW15081 in the study area, as well as, to use this hybrid in adaptation and stability trials.

Palabras clave: CIMMYT, Alpha lattice, ANDEVA, DMS, ortogonal contrast.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos básicos con más consumo a nivel mundial, brinda seguridad alimentaria y nutricional a millones de consumidores que día a día lo ingieren de diversas formas. A nivel mundial se han descrito más de 600 derivados del maíz, en su mayoría fuentes importantes de alimentación, a su vez fuente de consumo forrajero, fabricación de fructosa, aceites y combustible; En Nicaragua el 80% de la población consume el grano en su dieta (Castillo y Bird, 2013).

A pesar de la alta demanda de este cereal, en el país no se cuenta con gran diversidad de variedades altamente productivas, con resistencia a plagas y enfermedades, y excelente adaptación a las zonas donde mayormente se cultiva, lo que repercute en la obtención de rendimientos bajos por unidad de área, y ocasiona un déficit en el abastecimiento al mercado nacional.

Según cifras del BCN (2015), en el país durante el ciclo 2014-2015 se obtuvo un rendimiento promedio de 1.16t ha⁻¹, lo que es relativamente bajo en comparación con la producción en los Estados Unidos (EEUU), quienes en el ciclo 2011 produjeron el 35.5% de la producción a nivel mundial, con un rendimiento de 6.47t ha⁻¹. Estos rendimientos se obtienen con la combinación de variedades mejoradas y altas tecnologías (USDA, 2013) citado por (Castillo y Bird, 2013).

Aumentar los rendimientos en el agro nicaragüense requiere de la implementación de tecnologías altamente eficientes, y uso de material genético con alto potencial productivo. Los fito mejoradores han buscado la manera de crear genotipos deseables para la mayoría de los caracteres posibles, siendo los cuantitativos (i. e. rendimiento) los más difíciles de obtener dado que son producto de la interacción de varios genes, y son influenciados por el ambiente. Una alternativa para cumplir este objetivo es la hibridación artificial, que no es más que el cruzamiento de padres seleccionados según sus características fenotípicas 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 (CIMMYT, 2015).

En este estudio se evaluaron un total de 20 genotipos de maíz (*Z. mays* L), de los cuales 3 comúnmente utilizados por productores locales, y 17 proceden del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Estos últimos materiales se caracterizan por tener un alto rendimiento de grano, el precio de la semilla es moderado y las características varietales son apenas variables. Estas cualidades los hacen ideales para ser explotados con fines productivos y mejorar la situación actual del país.

En el estudio se generó información de gran importancia, dado que estuvo encaminado a la evaluación de nuevos genotipos, permitiendo identificar materiales promisorios que mostraron buen desempeño en el ambiente evaluado. La información generada es de gran utilidad para los productores de la zona de estudio, y para el país en general, ya que se crea la oportunidad de ampliar la diversidad de los cultivares empleados en la producción de este cereal.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Generar información por medio de la evaluación de 17 híbridos de maíz (*Zea mays* L) procedentes del CIMMYT y 3 variedades locales, para contribuir en el desarrollo de este rubro en el país.

2.2. Específicos

Evaluar componentes vegetativos, de mazorca y de rendimiento en 20 híbridos de maíz.

Identificar material genético de maíz promisorio, como recurso para el aumento de la productividad de este cultivo en Nicaragua.

Evaluar las ventajas comparativas de materiales provenientes del CIMMYT en relación con las variedades testigos de uso comercial en Nicaragua.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El ensayo fue establecido en la finca San Jerónimo propiedad del Ing. William Chamorro, ubicada en la comarca San Jerónimo municipio de Tisma, Masaya; con coordenadas geográficas de 12° 08' 02.20" latitud norte, y 86° 03' 22.11" longitud oeste, a una altitud de 61 msnm. El ciclo biológico del cultivo estuvo comprendido entre septiembre y diciembre del 2016.

En el Anexo 1, 2, 3 y 4 se presenta el comportamiento de las variables climáticas: precipitaciones pluviales, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, en el período entre septiembre y diciembre del 2016.

3.2. Diseño metodológico

3.2.1. Material genético

El material genético estuvo constituido por 20 híbridos de maíz (*Z. mays* L) de endospermo blanco normal, de los cuales 17 provienen del CIMMYT y tres que normalmente son utilizadas por los productores nicaragüenses, las cuales sirvieron de testigos relativos del experimento. En el Cuadro 1 se presentan datos generales de los genotipos evaluados.

Los genotipos utilizados como testigos en el ensayo se describen a continuación:

H-INTA 991: Según el INTA (2011), es una variedad mejorada de maíz (híbrido triple) color blanco, originaria del CIMMYT, México; y se registró en el 2001 por la institución en mención con el fin de aumentar la producción nacional del cultivo.

Entre las principales características agronómicas destaca el rendimiento que oscila entre los 5.18 – 5.82t ha⁻¹, la cosecha se realiza en un período de 110-115dds, presenta tolerancia ante el achaparramiento y al ataque de gorgojos; la planta es de porte alto (2.3 - 2.35m), la mazorca posee excelente cobertura, sus granos son de color blanco y de textura semicristalina, se ubica a una altura de 1.25 – 1.3m en la planta.

Los requerimientos climáticos principales que necesita la variedad son temperaturas de 25 a 32 °C, precipitaciones de 1 000 a 2 500mm/ciclo; el suelo debe cumplir con las siguientes

condiciones: textura franca, pH de 6 – 7, pendientes <30% y una altitud que oscila desde los 56 hasta los 1600msnm.

HS-5G: Es una variedad de maíz color blanco de excelente calidad de grano para la industria y otros usos; es de origen guatemalteco y mexicano, su registro data del año 1994, la mazorca tiene buena cobertura; posee alta tolerancia a condiciones de sequía y al achaparramiento. La cosecha puede efectuarse entre los 110 y 125dds, la planta alcanza una altura de 2.32 – 2.43m y la mazorca se ubica una altura de 1.23 – 1.34m, esta posee una longitud de 16 – 20cm y cuenta con 14 – 20 hileras cada una. (FORMUNICA, s.f)

30 F 96: Es una variedad de maíz híbrido con rusticidad, estabilidad y buena adaptación en diferentes ambientes, cuyo grano es de color blanco, algunas de sus características son salto rendimiento (5.57 t ha⁻¹), altura de 2.38m y la mazorca se ubica a los 1.18m (PCCMCA, 2014) citado por el INTA (2014).

Cuadro 1. Datos generales de 17 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) procedentes del CIMMYT y 3 locales evaluados en Tisma, Masaya durante época de postrera 2016

Entrada	Genealogía	Origen
1	CLTHW15109	AF16A-431-1/23
2	CLTHW15112	AF16A-431-3/25
3	CLTHW15125	AF16A-431-8/23
4	CLTHW15128	AF16A-431-9/25
5	CLTHW15136	AF16A-431-10/25
6	CLTHW15137	AF16A-431-11/23
7	CLTHW15140	AF16A-431-13/25
8	CLTHW15023	AF15A-429-3/19
9	CLTHW15027	AF15A-429-4/31
10	CLTHW15048	AF15A-429-10/20
11	CLTHW15078	AF15A-429-16/18
12	CLTHW15080	AF16A-431-19/28
13	CLTHW15081	AF16A-431-20/29
14	CLTHW15082	AF15A-429-16/24
15	CLTHW15083	AF16A-431-22/31
16	CLTHW14001	AF16A-490-2/3
17	CLTHW14003	AF14A-422-4/11
18	H INTA 991 *	México (CIMMYT)
19	HS-5G *	Guatemala-México
20	30F96 *	México

*Material genético testigo

3.2.2. Diseño experimental

El ensayo se estableció con diseño Alpha lattice 5*4, compuesto por tres repeticiones y cinco bloques dentro de cada repetición, estos a su vez contenían cuatro unidades experimentales cada uno, dando un total de 60 UE y 15 bloques.

Cada unidad experimental estuvo conformada por dos surcos con una separación entre sí de 0.8m y una longitud de 5m, de los cuales los 3m centrales conformaron la parcela útil, dando origen a un área de 8m² por UE y de 4. 8m² por PU. Los bloques tuvieron una superficie de 32m² y las repeticiones 160m², las barreras externas se colocaron en los extremos de las repeticiones y tenían una superficie de 26.88m². Para facilitar la circulación dentro del área, las repeticiones II y III estuvieron separadas 1.0m, en cambio las repeticiones I y II estuvieron separadas 0.8m. La longitud total del ensayo fue de 32m y el ancho 16.8m, lo que resultó en un área de 537.6m². En la Figura 1 se muestra el plano de campo utilizado en el estudio.

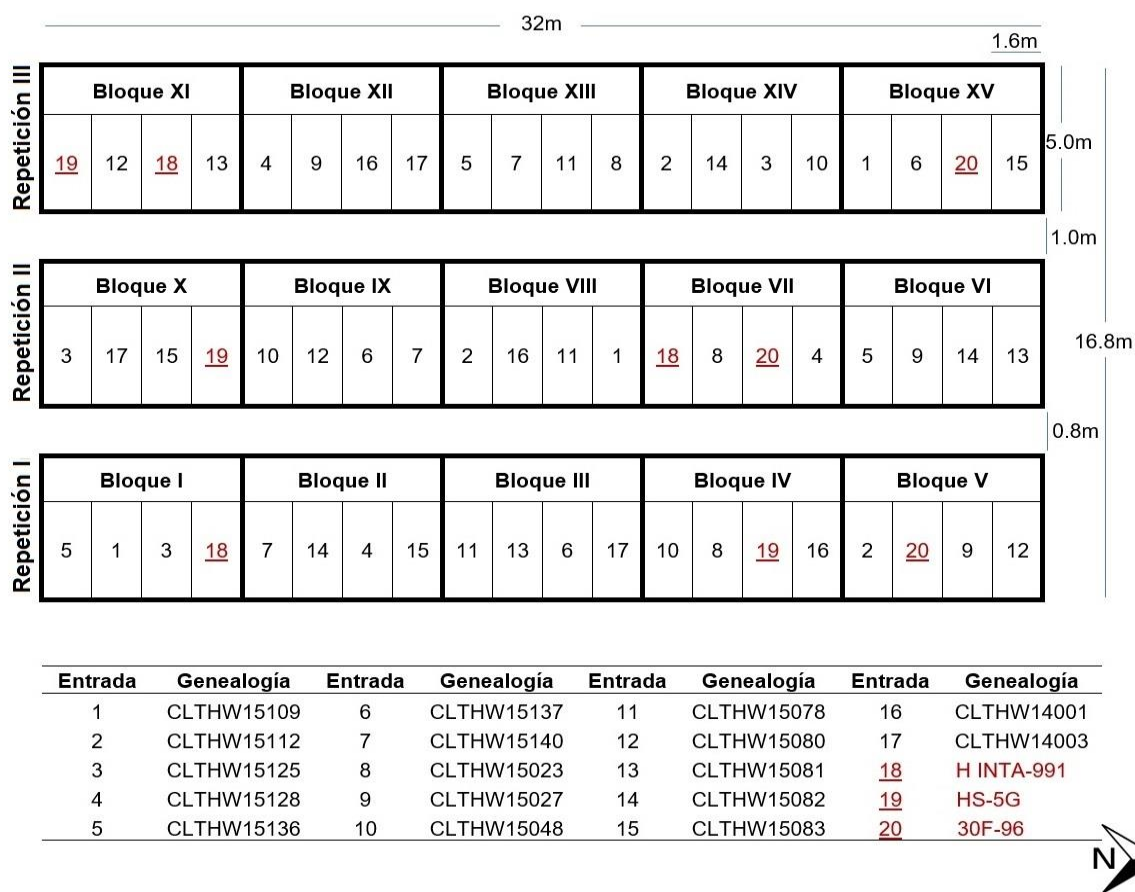


Figura 1. Plano de campo del experimento, Tisma, Masaya, época de postrera 2016.

3.2.3. Establecimiento y manejo agronómico del ensayo

3.2.3.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó con técnicas convencionales, consistió en una chapoda mecanizada 30 días antes de la siembra, un pase de arado seguido de dos pases de grada y nivelación del terreno.

3.2.3.2. Siembra

La siembra se ejecutó manualmente el 9 de septiembre del 2016, para lo cual se depositó una semilla por golpe a una distancia de 0.8m entre surcos y 0.2m entre plantas, lo que representó una densidad poblacional de 65 000 plantas ha⁻¹.

3.2.3.3. Riego

Se aplicó riego por aspersión desde la siembra hasta los 100dds a intervalos de 4 días con una duración de 2 horas. En días donde se presentaron precipitaciones pluviales se obvió el riego.

3.2.3.4. Fertilización

Previo a la siembra se realizó una fertilización edáfica utilizando 12-30-10 a razón de 130.0kg ha⁻¹, también se fertilizó con urea 46% a razón de 194.1kg ha⁻¹ con una aplicación del 50% de la dosis a los 25dds y el otro 50% a los 40dds.

3.2.3.5. Manejo de arvenses

Para el control de arvenses se aplicó Prowl 50 EC (Pendimetalin) después de la siembra con dosis de 3 L ha⁻¹ como herbicida pre emergente. A los 20dds se empleó Cultivador 75 WG (Nicosulfurón) a razón de 0.06 kg ha⁻¹. A los 25 y 45dds, se realizó manejo mecánico por medio de azadones, labor que facilitó el aporque y el cubrimiento del fertilizante nitrogenado.

3.2.3.6. Manejo de plagas

Las plagas de suelo fueron manejadas antes de la siembra, a base de una aplicación de Rimpirifos 5 GR (Clorpirifos) a razón de 30.0 kg ha⁻¹ en el fondo de los surcos. En el caso de las plagas del follaje se manejaron con aplicación de insecticidas sintéticos; para el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) se aplicó Sumo 2.5 EC (Lambda Cihalotrina) a

razón de 0.5 L ha⁻¹, a los 15dds; y para el salta hojas del maíz (*Dalbulus maidis* De Long & Wolcott y/o *Peregrinus maidis* Ashmead) se aplicó de forma preventiva Faraón 70WG (Imidacloprid) a razón de 0.34kg ha⁻¹ a los 35dds.

3.2. Variables evaluadas

La metodología para la medición de estas variables fue tomada de la guía de fitomejoramiento participativo del INTA (INTA, 2013), de los descriptores para maíz del CIMMYT (CIMMYT, 1991) y del programa de manejos de ensayos internacionales del CIMMYT (CIMMYT, 1999).

Componente vegetativo

Días a floración femenina (DFF). Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela útil tenían los estigmas receptivos (más de 2cm de longitud).

Días a floración masculina (DFM). Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela útil comenzaron a liberar polen.

Altura de la planta (AltPlt). Medida desde la base de la planta hasta el último nudo 15 días después de la floración. Los datos se obtuvieron de 10 plantas y se registraron en cm.

Diámetro de la planta (DiaPlt). Medido en la parte media del primer entrenudo 15 días después de la floración. Los datos se obtuvieron de 10 plantas y se registraron en cm.

Número de hojas (NumHoj). Se contó el número de hojas totales en una muestra de 10 plantas, 15 días después de la floración.

Longitud de la hoja (LonHoj). Se midió en una muestra de 10 plantas la distancia (cm), entre el ápice hasta la lígula de la hoja que estaba en el nudo de la mazorca más alta.

Ancho de la hoja (AncHoj). Se midió en una muestra de 10 plantas la distancia (cm) entre los bordes de la parte media de la hoja que se encontraba en el nudo de la mazorca más alta.

Altura de la mazorca (AltMzc). Se midió 15 días después de la floración, para ello se registró en cm la distancia comprendida entre la base de la planta hasta el nudo donde se encontraba la mazorca más alta. Los datos se obtuvieron de una muestra de 10 plantas.

Acame de raíz (AcRaíz). Se contabilizó, previo a la cosecha, el número de plantas dentro de la parcela útil que tenían una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base de la planta, donde comienza la zona radical (Ver Anexo 8).

Acame de tallo (AcTallo). Se contabilizó, previo a la cosecha, el número de plantas dentro de la parcela útil que tenían una inclinación de 30° o más en la parte de debajo de la mazorca (Ver Anexo 8).

Aspecto de la planta (AspPlt). Se evaluó el aspecto de la planta cuando las brácteas se tornaron de color café mientras el tallo aún seguía verde. Para ello se empleó una escala del 1 al 5, donde: 1- Excelente, 2- Muy bueno, 3- Bueno, 4- Regular y 5- Deficiente.

Componente de mazorca

Longitud de la mazorca (LonMzc). Se midieron 10 mazorcas longitudinalmente desde el ápice hasta la inserción del pedúnculo, se registró en cm. (Ver Anexo 6).

Díámetro de la mazorca (DiaMzc). En una muestra de 10 mazorcas se midió la distancia entre la corona de granos opuestos de la parte central de la mazorca. La información se registró en cm. (Ver Anexo 5).

Número de hileras/mazorca (NumHilMzc). En una muestra de 10 mazorcas se determinó el número total de hileras en la parte central de la mazorca.

Número de granos por hilera (NumGraHil). En una muestra de 10 mazorcas se contabilizaron el número de granos que estaban contenidos en una hilera.

Aspecto de la mazorca (AspMzc). Se evaluó visualmente el aspecto de la mazorca usando una escala del 1 al 5, donde: 1- Excelente, 2- Muy bueno, 3- Bueno, 4- Regular y 5- Deficiente.

Cobertura de la mazorca (CobMzc). Las mazorcas cosechadas fueron evaluadas cualitativamente con la siguiente escala: 1- Excelente, 2- Regular, 3- Punta expuesta, 4- Grano expuesto y 5- Completamente inaceptable (Ver Anexo 7).

Disposición de las hileras en la mazorca (DHM). En una muestra de 10 mazorcas se evaluó la disposición de las hileras en las mazorcas, para lo cual se empleó una escala del 1 al 4, donde: 1- Regular, 2- Irregular, 3- Recta y 4- Espiral. Ver Anexo 9.

Componentes de rendimiento

Plantas establecidas (PltEst). Quince días después de la siembra se registró el número de plantas en la parcela útil.

Plantas cosechadas (PltCos). Se contó el número de plantas en la parcela útil al momento de la cosecha, ignorando el número de mazorcas que éstas contenían.

Mazorcas cosechadas (MzcCos). Se registró el número total de mazorcas cosechadas en la parcela útil, para lo cual se excluyeron mazorcas secundarias, de pequeño tamaño.

Mazorcas descartadas (MzcDes). Se contabilizaron y excluyeron las mazorcas que presentaron pudrición, deformaciones, mal llenado de granos, u otras características que deterioran la calidad.

Masa de la mazorca sin brácteas (MasaMzcSB). Se determinó después de desprender las brácteas de las mazorcas recién cosechadas.

Masa de 1000 semillas (MasaMilSem). Se contaron y se registró la masa de ocho muestras de 100 semillas, luego los valores obtenidos se promediaron, se multiplicaron por 10, y se ajustaron al 14% de humedad.

$$MasaMilSem = \frac{n1 + n2 + \dots + n8}{8} \times 10 \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

Donde:

HC: Humedad de campo (%)

HE: Humedad estándar (14%)

Rendimiento de grano (RenGra). El rendimiento de grano (kg ha^{-1}) se obtuvo a partir de la masa de campo de las mazorcas y de la masa de grano dentro de la parcela útil, el cual se ajustó al 14% de humedad. La fórmula empleada fue la siguiente:

$$RenGra = MC \times \frac{100 - HC}{100 - HE} \times \frac{MasaGra}{MasaMzc} \times \frac{10\,000}{APU}$$

Donde:

MC: Masa de campo de las mazorcas dentro de la parcela útil (kg)

HC: Humedad de campo (%)

HE: Humedad estándar (14%)

MasaGra: Masa de grano de 10 mazorcas (kg)

MasaMzc: Masa de 10 mazorcas (kg)

APU: Área de la parcela útil (m²)

Análisis estadístico

Los datos colectados fueron analizados preliminarmente en hojas de cálculo (Excel, 2016), posteriormente se sometieron a análisis de varianza (ANDEVA) para determinar diferencias significativas. En aquellas variables en las que se determinaron diferencias significativas, se realizó la separación de medias por el método de diferencias mínimas significativas (DMS) con $\alpha=0.05$. Además, a través de contrastes ortogonales se compararon los genotipos provenientes del CIMMYT con los genotipos locales. El software estadístico utilizado fue SAS versión 9.1.

El modelo aditivo lineal (MAL) utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ilp} = \mu + r_p + \beta_{l(p)} + T_i + \varepsilon_{ilp}$$

Donde:

i: Número de tratamientos (20 genotipos)

l: Número de bloques dentro de una repetición (5)

p: Número de repeticiones (3)

Y_{ilp}: Valor del genotipo *i* en el bloque *l* en la repetición *p*

μ : media general de todas las observaciones

r_p: efecto de la repetición *p*

$\beta_{l(p)}$: efecto del bloque *l* dentro de la repetición *p*

T_i: efecto del *i*-ésimo genotipo

ε_{ilp} : error experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Componentes vegetativos

Las variables incluidas en el grupo de componentes vegetativos son aquellas que se miden directamente sobre la planta durante su estancia en el campo. Según el CIMMYT (1991), se enlistan de la siguiente manera: floración masculina, floración femenina, altura de la planta, diámetro de la planta, número de hojas, longitud de hoja, ancho de hoja, altura de la mazorca, área foliar, acame de raíz y acame de tallo.

Estas variables son de gran importancia en la explotación de maíz ya que proveen a la planta de características deseables como: facilidad en la recolección mecanizada, resistencia al acame, mayor acumulación de materia seca, mayor capacidad receptiva de radiación solar fotosintética, precocidad, y rendimiento. Cabe mencionar que todas estas son características genéticas, por tanto, son base de estudios de mejoramiento.

4.1.1. Altura de la planta

Según Somarriba (1998), la variable altura de planta es una característica varietal, determinada por la elongación del tallo que resulta del almacenamiento de fotosintatos producidos en las hojas, los que son traslocados a los granos, además, son de mucho interés cuando se relaciona con recolección mecanizada. Peña y Quiroz (2011) afirman que la altura de la planta se puede ver afectada por la acción conjunta de cuatro factores fundamentales: luz, humedad, nutrientes y densidad poblacional.

Los resultados del ANDEVA indican diferencias significativas entre los híbridos evaluados ($Pr= 0.0307$) para la variable altura de la planta. En el Cuadro 2 se muestran los resultados de la prueba de DMS ($\alpha=0.05$). En esta variable se diferencian 9 categorías de las cuales el promedio general es de 230.6 cm. La altura máxima 252 cm de la entrada 10 (CLTHW15048), y la mínima 210 cm de la entrada 18 (H INTA 991).

Los híbridos procedentes del CIMMYT superaron en 6.2 % en altura de planta a los materiales locales, lo que muestra buena capacidad para el almacenamiento de fotosintatos producidos en las hojas. Según Castro y Garay (2005) esta variable está relacionada con la

floración, el vigor de la planta, cantidad de biomasa y rendimiento, sin embargo, resaltan que variedades de porte bajo son más convenientes cuando se realiza una cosecha mecanizada.

4.1.2. Altura de la mazorca

Somarriva (1998), destaca la importancia que tiene la variable altura de mazorca, la cual es de gran interés cuando se relaciona con recolección mecanizada. Castro y Garay (2005) citan a Reyes (1990), quien describe que la altura de la mazorca depende directamente de la altura de la planta y es un factor que se relaciona íntimamente con el rendimiento, siendo las mazorcas ubicadas en la parte media de la planta las que presentan mejores resultados.

El ANDEVA indica resultados altamente significativos ($Pr= 0.0019$), estadísticamente existen 10 categorías según la prueba DMS ($\alpha=0.05$). El promedio general de los híbridos evaluados fue de 136.3 cm, la altura máxima fue de 155.1 cm, y la mínima de 126.3 cm. Estos resultados se encuentran reflejados en el Cuadro 2.

Los híbridos muestran gran variación en la variable altura de mazorca, las entradas 17 (CLTHW14003) y 10 (CLTHW1504), mostraron los valores más altos, seguidos por la entrada 3 (CLTHW15125).

Los resultados obtenidos en el estudio son similares con los de Mendoza y Gaitán (2013), que al caracterizar y evaluar 33 accesiones de maíz encontraron un alto margen de variación para esta variable en cada genotipo evaluado. Según Castro y Garay (2005), para efecto de cosecha mecanizada es conveniente la utilización de variedades de porte bajo.

4.1.3. Diámetro de la planta

Obando (1990), citado por (Arroliga y Reyes, 2016) afirma que el diámetro del tallo es un parámetro de gran importancia en las plantaciones de maíz, ya que influye sobre el doblamiento de los tallos cuando son afectados por fuertes vientos y que está determinado por la genética, condiciones ambientales y nutricionales del suelo. Así mismo el INTA (2010) afirma que la resistencia que presenta la planta de maíz al acame depende en gran medida al diámetro de la planta.

Los híbridos evaluados mostraron diferencias altamente significativas para la variable diámetro del tallo ($Pr= 0.0091$). El Cuadro 2 muestra los resultados obtenidos en la prueba

DMS ($\alpha=0.05$). La entrada 20 (30F96) fue la que obtuvo el mayor diámetro con 2.18 cm y la entrada 9 (CLTHW15027) el menor con 1.81 cm.

La variación presentada en esta variable coincide con los resultados obtenidos por Castro y Garay (2005) quienes al evaluar variedades identificaron una marcada diferencia en los genotipos. En el estudio no hubo relación entre el diámetro del tallo y su resistencia al volcamiento, de igual manera con resultados presentados por Olivas y Ocampo (2012), donde las plantas de mayor diámetro presentaron mayor proporción de plantas acamadas.

4.1.4. Número de hojas por planta

La tasa de materia seca aumenta gradualmente a medida que más hojas se exponen a la luz, siendo este comportamiento influenciado por la edad fisiológica de la planta, que a medida que crece se pierden de tres a cinco hojas debido a la falta de nutrientes, engrosamiento del tallo, alargamiento de entrenudos y enfermedades foliares (Somarriba, 1998).

El ANDEVA muestra diferencias significativas ($Pr= 0.0144$) para la variable número de hojas por planta (Cuadro 2). La entrada 19 (HS-5G), presentó el valor más alto con 14.3 hojas por planta, y la entrada 18 (H INTA 991), el menor valor con 13.1 hojas por planta. El promedio registrado fue de 13.6 hojas por planta. El número de categorías fue de 12, como se muestra en el Cuadro 2.

En el estudio, los híbridos del CIMMYT presentaron buen resultado en el número de hojas por planta, sin embargo, fueron superados en 7.6 por ciento por los materiales locales. Somarriba, (1998) afirma que las variedades empleadas en el país tienen aproximadamente doce hojas, esto se sustenta por los resultados obtenidos por Olivas y Ocampo (2012) donde las plantas mostraron un promedio de 11.55 hojas.

4.1.5. Longitud de hoja

Según Somarriba (1998), la longitud de la hoja se encuentra relacionada con la variedad, la posición de la hoja en el tallo, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad. Espinoza (2007) citado por Arroliga y Reyes (2016) menciona que un alto valor para esta variable es de gran interés ya que de esta depende en gran medida el área foliar, y por ende la capacidad de producción de la planta.

El ANDEVA muestra que existen diferencias altamente significativas ($Pr= 0.0012$) entre los materiales evaluados. El Cuadro 2 muestra que los genotipos están agrupados en siete categorías estadísticas, donde valores oscilaron entre 92.1 cm para la entrada 20 (30F96), hasta 109.9 cm con la entrada 15 (CLTHW15083), y el promedio general fue de 101.9 cm.

Los genotipos que mostraron mayor longitud de hoja expresaron mayor capacidad productiva, en concordancia con Arroliga y Reyes (2016), quienes indican que el rendimiento está relacionado con el área foliar, y está a la vez con la longitud de la hoja. Igual comportamiento se observa en los resultados mostrado por Carrasco y Pineda (2009), quienes expresan que las variedades con mayor longitud de hoja presentaron mayor área foliar y los mejores rendimientos.

4.1.6. Ancho de la hoja

La FAO (2001), menciona que el ancho de la hoja es un parámetro de gran importancia en la evaluación de crecimiento de las plantas, de allí la correcta interpretación en los procesos y desarrollo del cultivo, como es la captación de la radiación fotosintética.

Las diferencias entre los híbridos para esta variable fueron significativas ($Pr= 0.0229$). En el cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos de la prueba DMS ($\alpha=0.05$) cuyo valor crítico fue de 0.55 cm. Se obtuvieron 10 categorías estadísticas, siendo la entrada 4 (CLTHW15128), la que presentó mayores resultados con 8.63 cm y la entrada 18 (HINTA 991), la de menor valor con 7.54 cm. El promedio general en el ensayo fue de 8.06 cm.

Los genotipos evaluados presentan amplia variación para ancho de la hoja. Melgara y Tinoco (2013) y Flores y Kuan (2013), quienes trabajaron con cultivares de maíz, reportan gran número de categorías estadísticas al analizar esta variable. De igual forma Carrasco y Pineda (2009) quienes trabajaron evaluando genotipos de maíz, afirman que la variación del ancho de hoja está influenciada por factores genéticos y ambientales.

4.1.7. Área foliar

La determinación del área foliar es fundamental en estudios de nutrición y crecimiento vegetal, con ésta se puede determinar la acumulación de materia seca, el metabolismo de carbohidratos, el rendimiento y calidad de la cosecha (Arroliga y Reyes, 2016).

Según el ANDEVA, existen diferencias significativas entre los genotipos evaluados ($P=0.0237$), la prueba DMS ($\alpha=0.05$) cuyo valor es de 62.1cm^2 refleja la existencia de 13 categorías estadísticas de las cuales el valor máximo está representado por la entrada 10 (CLTHW15048), con un área foliar de 674.9 cm^2 y el mínimo por la entrada 18 (HINTA 991), con 562.4 cm^2 (Ver Cuadro 2). El promedio de área foliar fue de 616.3 cm^2 .

Castro y Garay (2005) en la evaluación de genotipos determinaron que a mayor área foliar se obtienen mejores rendimientos, debido al incremento de la fotosíntesis, ya que son los alimentos elaborados por las plantas. Dicho fundamento se comprueba al comparar que los híbridos del CIMMYT que al ser superiores en un 10% a los nacionales presentaron mayor producción de grano por unidad de área. Blessing y Hernández (2009) evaluando fertilización, encontraron que a medida que el cultivo posee mayor área foliar incrementa sus rendimientos.

4.1.8. Acame de tallo

Según la FAO (2001), el acame de tallo se debe a características genéticas como resistencia a enfermedades e insectos. En el estudio todos los genotipos presentaron doblamiento en la parte media del tallo, la entrada 12 (CLTHW15080), fue la que mostró mayor resistencia al acame con el 4.25% de las plantas establecidas, el valor máximo fue de 47.0% obtenido por la entrada 20 (30F96). El cuadro 3 presenta los porcentajes de plantas acamadas en cada material genético evaluado.

Los resultados encontrados fueron similares con los de Flores y Kuan (2013) que caracterizaron y evaluaron 33 accesiones de maíz, donde el porcentaje de plantas acamadas alcanzaron un valor de hasta el 60.0%.

4.1.9. Acame de raíz

La FAO (2001) expresa que el acame de raíz se debe a condiciones ambientales, Así mismo el INTA (2010) afirma que cuando no hay una buena preparación del suelo se presenta volcamiento en las plantas establecidas. En el estudio el 55.0% de los híbridos no presentaron inclinación en la base del tallo, siendo la entrada 18 (H INTA 991), la que obtuvo el mayor número de plantas acamada con el 25.4% de las plantas establecidas, estos resultados coinciden con Flores y Kuan (2013) donde el porcentaje de plantas acamadas no superó el 20.0%. El cuadro 3 muestra los valores obtenidos para esta variable.

4.1.10. Días a floración masculina

La FAO (2001) asegura que la floración es un factor crítico para determinar el rendimiento de grano. Los híbridos evaluados presentaron valores que oscilaron entre los 50 y 57dds, el 50% de estos mostraron liberación de polen a los 54dds; estos datos fueron menores en comparación con los resultados de Hernández (2006) quien evaluó 16 variedades de maíz en 5 ambientes, donde se menciona que para la localidad en Masaya la floración masculina estuvo comprendida entre los 58 a 61dds. En el cuadro 3 están reflejados los valores de esta variable para cada material en el estudio.

4.1.11. Días a floración femenina

Al igual que la floración masculina esta variable interviene en el rendimiento del grano (FAO, 2001). Según Viera (2004) la floración femenina ocurre de 2 a 5 días después de la aparición de la panoja. La importancia de la determinación de esta variable está relacionada con la precocidad que poseen las variedades.

Los datos obtenidos para esta variable están dentro del rango de 53 y 60dds, siendo 57dds el valor que más frecuencia tuvo con el 30% de los materiales evaluados. De esta forma, se comprueba lo afirmado por Viera (2004), quien además define el comportamiento de los genotipos como variedades intermedias debido a que presentaron una floración fémina de los 50 a los 60dds. El cuadro 3 presenta los días transcurridos desde a siembra hasta la floración femenina de cada híbrido estudiado.

4.1.12. Aspecto de la planta

Según el CIMMYT (1999), una correcta descripción de una variedad es evaluando características tales como la altura de la planta y de la mazorca, uniformidad de las plantas, el daño causado por enfermedades e insectos y el acame, siendo esto determinante en el rendimiento. Esto se ve reflejado en los resultados obtenidos donde las entradas 2 (CLTHW15112), 3 (CLTHW15125), y 13 (CLTHW15081), tuvieron los mejores resultados con un excelente aspecto de planta (valor 1 de la escala), en cambio las entradas 5 (CLTHW15136), y 19 (HS-5G), se desempeñaron con aspecto bueno (valor 3 de la escala), y el resto de los materiales obtuvieron un resultado muy bueno (valor 2 de la escala). En el Cuadro 3 indica la clasificación de estos híbridos para esta variable.

Cuadro 2. Valores promedios de variables vegetativas (altura de la planta, altura de la mazorca, diámetro de la planta, número de hojas, longitud de la hoja, ancho de la hoja y área foliar) de 17 híbridos procedentes del CIMMYT y 3 locales en Tisma, Masaya entre septiembre y diciembre del 2016

Entrada	Altura de planta (cm)	Altura de la mazorca (cm)	Diámetro de planta (cm)	Número de hojas	Longitud de hojas (cm)	Ancho de hojas (cm)	Área foliar (cm ²)
CLTHW15109	236	131	1.85	13.3	102	7.6	579
CLTHW15112	241	131	1.96	13.5	105	8.5	668
CLTHW15125	227	143	1.91	14.0	100	8.0	599
CLTHW15128	229	138	1.96	13.4	103	8.6	667
CLTHW15136	216	131	1.91	13.2	101	8.4	641
CLTHW15137	232	141	1.84	13.9	104	8.0	629
CLTHW15140	228	135	1.98	13.7	103	8.1	629
CLTHW15023	236	131	2.04	13.8	101	8.2	622
CLTHW15027	223	126	1.81	13.2	99	8.0	594
CLTHW15048	252	155	1.82	13.5	106	8.5	675
CLTHW15078	236	138	2.03	14.2	105	8.1	637
CLTHW15080	226	133	2.00	13.9	104	7.8	608
CLTHW15081	232	135	1.83	13.1	103	7.9	608
CLTHW15082	230	134	1.89	13.7	102	7.6	582
CLTHW15083	240	142	1.92	14.0	110	7.6	624
CLTHW14001	235	131	2.03	13.6	103	8.4	650
CLTHW14003	237	155	1.99	14.1	102	8.0	617
H INTA 991 *	210	128	1.87	13.1	99	7.5	562
HS-5G *	217	136	2.16	14.3	92	8.3	567
30F96 *	228	132	2.19	13.1	93	8.2	568
DMS	13.1	8.8	0.16	0.60	5.56	0.55	62.1
Valor de p	0.0307	0.0019	0.0091	0.0144	0.0012	0.0229	0.0237

*Material genético testigo

Si $P \leq 0.01$ los resultados son altamente significativos, si $0.01 \leq P \leq 0.05$ los resultados son significativos y si $P \geq 0.05$ los resultados no son significativos estadísticamente.

Cuadro 3. Variables cuantitativas registradas a nivel de parcela útil y variables cualitativas evaluadas en 17 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) procedentes del CIMMYT y tres locales evaluados en Tisma, Masaya durante época de postrera 2016

Entradas	DFM	DFF	AspPlt (1 - 5)	AcTallo (%)	AcRaíz (%)
CLTHW15109	53	56	2	12.50	2.38
CLTHW15112	52	55	1	5.41	2.30
CLTHW15125	57	60	1	16.91	0.00
CLTHW15128	54	57	2	20.60	0.00
CLTHW15136	54	57	3	9.96	1.45
CLTHW15137	54	56	2	25.82	0.00
CLTHW15140	54	57	2	11.97	1.25
CLTHW15023	52	55	2	21.70	5.55
CLTHW15027	50	53	2	44.40	0.00
CLTHW15048	54	58	2	34.07	3.82
CLTHW15078	52	56	2	20.61	5.58
CLTHW15080	52	55	2	4.25	0.00
CLTHW15081	51	54	1	20.42	0.00
CLTHW15082	53	55	2	5.92	0.00
CLTHW15083	54	57	2	10.56	0.00
CLTHW14001	54	57	2	8.51	0.00
CLTHW14003	54	56	2	22.53	0.00
H INTA 991 *	54	57	2	27.15	25.36
HS-5G *	54	58	3	27.78	4.17
30F96 *	53	56	2	47.14	0.00

DFM: días a floración masculina
DFF: días a floración femenina

AspPlt: aspecto de la planta
AcTallo: acame de tallo

AcRaíz: acame de raíz

En el componente vegetativo se muestra un comportamiento variado entre los cultivares evaluados. Siendo importante resaltar que los cultivares identificados con las entradas 19 y 20 (HS-5G y 30F96), mostraron buen comportamiento en las variables diámetro de tallo, número de hojas. Estos materiales fueron liberados de procesos de evaluación anteriores, y se adaptan a las condiciones ambientales predominantes en el pacífico de Nicaragua.

Por otro lado, los cultivares 15 (CLTHW15083), 10 (CLTHW15048), y 11 (CLTHW15078) mostraron buen comportamiento en las variables vegetativas. El comportamiento de los híbridos introducidos fue similar a los materiales locales, no se vislumbra una clara

tendencia que defina un patrón específico para un material en particular. Sin embargo, tanto materiales establecidos como los testigos HS-5G, procedente de Guatemala-México, y 30F96, procedente de México, mostraron buen comportamiento en las variables vegetativas.

4.2. Componentes de mazorca

En el cultivo de maíz la mazorca es de gran importancia ya que ella es la portadora del grano y por consiguiente está relacionada directamente con el rendimiento, por tanto, obtener buenas características tanto cuantitativas como cualitativas en este fruto, es imprescindible para la realización de estudios de mejora genética.

Según el CIMMYT (1991), cuando se habla de mazorca nos referimos al fruto del maíz, este es muy importante ya que en dependencia su desarrollo sabremos el rendimiento, siendo una variable de mucho interés para productores e investigadores (INTA, 2010). A través de estas variables sabremos como se ve la mazorca y cómo reacciona ante diferentes factores que impiden su crecimiento (plagas, enfermedades, clima, etc.) Pero no obstante esta viene a describir caracteres de mucho interés para el Fito mejorador a fin de que este sepa los factores que inciden en cierta localidad en los materiales. Las variables pertenecientes a este grupo son las siguientes: longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, cobertura de la mazorca, daños a la mazorca, disposición de hileras de granos, número de hileras de granos, número de granos por hilera.

4.2.1. Longitud de la mazorca

Rodríguez y Solís (1997) plantean que la longitud de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz y está influenciada por condiciones ambientales y nutricionales, también establecen una relación de esta variable con el diámetro de la mazorca y la masa del raquis. Blessing y Hernández (2009) citan a Adetiloye *et al.* (1984) quien resalta el valor de esta variable debido a que se encuentra relacionada con el número de granos por hilera y por consiguiente con el rendimiento.

En el material genético evaluado se encontraron diferencias altamente significativas según el ANDEVA ($P=0.0023$), además la prueba DMS ($\alpha=0.05$) con valor crítico de 1.32cm indica que estos materiales se encuentran agrupados en 16 categorías, siendo 13.3cm el valor

promedio, 15.0cm la longitud máxima de la mazorca obtenida por la entrada 17, (CLTHW14003), y 11.8cm el valor mínimo por la entrada 1 (CLTHW15109), como se muestra en el cuadro 4.

En esta variable, los híbridos procedentes del CIMMYT mostraron superioridad en un 4.54% respecto a los testigos. Castro y Garay (2005) evaluaron 10 variedades de maíz, y concluyeron que el peso de la mazorca se ve influenciado por su longitud, influyendo de forma directa en el rendimiento y en el número de granos por hilera. Así mismo Melgara y Tinoco (2013) en la caracterización de 32 accesiones de maíz determinaron que, si la longitud de la mazorca es corta, por consiguiente, se obtendrán menores diámetros que al final repercute en bajos rendimientos.

4.2.2. Diámetro de la mazorca

Según Viera (2004), el diámetro de la mazorca está relacionado directamente con la longitud de esta y es un buen parámetro para medir el rendimiento. A demás indica que esta variable al igual que la longitud están determinados por factores genéticos y ambientales.

Los híbridos evaluados mostraron diferencias altamente significativas en el ANDEVA ($P=0.0002$). En el cuadro 4 se muestran los valores de cada material y el resultado de la prueba DMS ($\alpha=0.05$), la cual tuvo un valor de 0.1747cm. El promedio obtenido para esta variable fue de 4.55cm, la entrada 5 (CLTHW1513) representó el diámetro mayor con un valor de 4.78cm y la entrada 18 (H INTA 991), el diámetro menor con 4.18cm.

En el estudio se identifica que las entradas que resultaron con menor longitud de la mazorca también expresaron un bajo diámetro de la mazorca. Igual resultado muestran Castro y Garay (2005), en la evaluación de variedades de maíz, quienes determinaron influencia de la longitud de la mazorca sobre su diámetro.

4.2.3. Número de hileras por mazorca

Según Pastora (1996) el número de hileras por mazorca está relacionado con la longitud, diámetro de la mazorca, la genética, así como un buen nivel de fertilidad del suelo; no obstante Contreras (1994), afirma que la fisiología del maíz está determinada por el factor

genético; y el diámetro de la mazorca puede variar de acuerdo con el nivel de fertilización, sin embargo, esto no sucede así para el número de hileras por mazorca.

El ANDEVA muestra que existen diferencias altamente significativas ($Pr= 0.0032$) para esta variable, los genotipos evaluados se encuentran agrupados en 9 categorías estadísticas según la prueba de DMS ($\alpha=0.05$) cuyo valor fue de 1.31 hileras por mazorca. La entrada 13 (CLTHW15081) obtuvo los mayores resultados con 16.6 hileras por mazorca y la entrada 18 (H INTA 991) fue la más baja con 13.1 hileras por mazorca. El promedio general fue de 15.5 hileras por mazorca (Cuadro 4).

En el estudio los valores más altos corresponden a los genotipos que presentaron mayor diámetro de la mazorca, los mismos resultados se obtuvieron en Mendoza y Gaitán (2013) en la caracterización y evaluación de accesiones. Castro y Garay (2005) en la evaluación de 10 variedades de maíz concluyen que la variable número de hileras por mazorca no influye en el rendimiento, no sucedió así en esta evaluación donde los híbridos que presentaron mayor número de hileras por mazorca tuvieron mejores rendimientos.

4.2.4. Número de granos por hilera

Melgara y Tinoco (2013) citan a Jugenheimer (1990) que plantea que el número de granos por hilera además de estar influenciado por factores ambientales y de manejo de cultivo está determinado por la variedad.

El ANDEVA realizado muestra que las fuentes de variación: repetición ($Pr= 0.4435$), bloques dentro de repetición ($Pr=0.0071$) y tratamientos ($Pr= 0.3504$) no tienen diferencias significativas; en esta variable el CV fue de 8.7435% y el R^2 de 0.7031. El promedio obtenido fue de 31.8 granos por hilera, la entrada 9 (CLTHW15027) obtuvo el valor más alto con 35.3 granos/hilera, y la entrada 1 (CLTHW15109) el valor más bajo con 28.1 granos/hilera (Ver cuadro 4).

Mendoza y Gaitán (2013) en la caracterización y evaluación de 33 accesiones de maíz, expresan que las mazorcas con mayor longitud presentaron mayor número de granos, de igual forma sucedió en este estudio. Los resultados también concuerdan con Viera (2004), quien

al evaluar 12 genotipos de maíz obtuvo un número de granos por hilera comprendido entre los 28.08 y 34.55 granos por hilera.

4.2.5. Aspecto de la mazorca

El aspecto de la mazorca es una de las variables que influencia el descarte de mazorcas, y ésta a su vez el rendimiento. Según el CIMMYT (1999) en la medición de ésta variable se consideran características tales como daños causados por enfermedades e insectos, tamaño de la mazorca, llenado de granos y uniformidad de la mazorca. Cuando se presentan estos factores en conjunto la mazorca tiende a ser descartada.

Los híbridos evaluados presentaron resultados de bueno, muy bueno y excelente. La entrada 13 (CLTHW15081) fue la que mostró el mejor aspecto de la mazorca, y las entradas 7 (CLTHW15140), 18 (H INTA 991) y 19 (HS-5G) exhibieron el menor desempeño en esta variable (cuadro 5). De esta manera se comprueba que los materiales con mejor aspecto de mazorca presentan mejores rendimientos respecto a los que poseen mazorcas de menor calidad.

4.2.6. Cobertura de la mazorca

Según la FAO (2001) es importante la variable y cobertura de la mazorca, en vista que define como está envuelto el fruto, siendo esto vital para evitar el ataque de insectos y enfermedades que dañen el grano. Melgara y Tinoco (2013) en la evaluación de 32 accesiones de maíz concluyen que esta variable está directamente relacionada con el daño por pudrición o por insectos, por tanto, se refleja una disminución en el rendimiento.

Todos los híbridos evaluados tuvieron una cobertura regular de la mazorca (valor 2 de la escala). Flores y Kuan (2013) encontraron cobertura de la mazorca en el rango de buena a intermedia, y mencionan que a estos niveles los cultivares no se vieron afectados en el rendimiento por problemas de cobertura. El cuadro 5 muestra los resultados obtenidos para esta variable en los materiales evaluados.

4.2.7. Disposición de las hileras en la mazorca

Todos los genotipos tuvieron una disposición regular en la mazorca (valor 1 en la escala) como se aprecia en el cuadro 5. Melgara y Tinoco (2013) encontraron resultados similares

ya que el 78% de las accesiones que evaluaron presentaron una disposición de hileras regular, así mismo sucedió en Mendoza y Gaitán (2013) donde la mayoría de las accesiones que evaluaron tenían una disposición de las hileras regular.

Cuadro 4. Valores promedios de componentes de mazorca, de 20 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) evaluados en Tisma, Masaya, durante época de postrera 2016

Entrada	Longitud de la mazorca (cm)	Diámetro de la mazorca (cm)	Número de hileras por mazorca	Número de granos por hila
CLTHW15109	11.8	4.57	16.2	28.1
CLTHW15112	14.3	4.63	16.1	33.7
CLTHW15125	12.6	4.48	14.7	29.2
CLTHW15128	13.6	4.39	13.9	35.1
CLTHW15136	12.7	4.78	15.9	31.3
CLTHW15137	12.3	4.56	16.1	28.8
CLTHW15140	12.8	4.70	16.4	30.1
CLTHW15023	13.5	4.67	16.3	29.4
CLTHW15027	13.8	4.62	15.5	35.3
CLTHW15048	13.9	4.47	14.8	31.9
CLTHW15078	11.9	4.60	15.2	28.7
CLTHW15080	14.4	4.69	16.5	32.4
CLTHW15081	14.0	4.64	16.6	29.9
CLTHW15082	13.0	4.41	14.7	32.5
CLTHW15083	14.4	4.55	15.9	34.4
CLTHW14001	13.5	4.60	15.6	31.4
CLTHW14003	15.0	4.56	15.3	35.3
H INTA 991 *	11.8	4.18	13.1	30.5
HS-5G *	13.3	4.22	15.6	34.2
30F96 *	13.3	4.68	15.8	34.1
DMS	1.32	0.17	1.30	N/T
Valor de p	0.0023	0.0002	0.0032	0.3504

Si $P \leq 0.01$ los resultados son altamente significativos, si $0.01 \leq P \leq 0.05$ los resultados son significativos y si $P \geq 0.05$ los resultados no son significativos estadísticamente.

Cuadro 5. Variables cualitativas de componentes de mazorca, de 20 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) evaluados en Tisma, Masaya, durante época de postrera 2016

Entrada	Aspecto de la mazorca (cm)	Cobertura de la mazorca (cm)	Disposición de hileras en la mazorca
CLTHW15109	2	2	1
CLTHW15112	2	2	1
CLTHW15125	2	2	1
CLTHW15128	2	2	1
CLTHW15136	2	2	1
CLTHW15137	2	2	1
CLTHW15140	3	2	1
CLTHW15023	2	2	1
CLTHW15027	2	2	1
CLTHW15048	2	2	1
CLTHW15078	2	2	1
CLTHW15080	2	2	1
CLTHW15081	1	2	1
CLTHW15082	2	2	1
CLTHW15083	2	2	1
CLTHW14001	2	2	1
CLTHW14003	2	2	1
H INTA 991 *	3	2	1
HS-5G *	3	2	1
30F96 *	2	2	1

Aspecto de la mazorca: 1- Excelente, 2- Muy bueno, 3- Bueno, 4- Regular y 5- Deficiente.

Cobertura de la mazorca: 1- Excelente, 2- Muy bueno, 3- Bueno, 4- Regular y 5- Deficiente.

4.3. Componentes de rendimiento

El rendimiento es una de las características cuantitativas más deseable en el mejoramiento genético de cualquier especie, por tanto, es el origen de muchas investigaciones de mejora genética, las cuales visualizan el claro objetivo de la obtención de genotipos con mayor capacidad productiva; la importancia relacionada con este componente consiste en el aumento de la eficiencia de las plantas por unidad de área, es decir, obtener mayores cosechas en el menor espacio y tiempo posible.

En este componente las variables medidas son las que se relacionan con la cantidad de materia producida, destacándose en este estudio las siguientes: masa de la mazorca sin

brácteas, masa del grano, masa del raquis, masa de mil semillas y rendimiento de grano. Así mismo por tratarse de un componente que en síntesis refleja la cantidad de biomasa producida en un espacio determinado, también influyen las siguientes variables: plantas establecidas, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas y mazorcas descartadas.

4.3.1. Plantas establecidas

Durante el establecimiento de un cultivo se consideran densidades poblacionales razonables y evaluadas en estudios previos, sin embargo, no toda la semilla depositada en el suelo es capaz de dar origen a una planta en el campo; en este estudio las plantas establecidas en la parcela útil variaron de un material en relación con otro, así mismo de los híbridos del CIMMYT en comparación con los testigos.

Los resultados oscilaron entre 31 plantas establecidas con el híbrido CLTHW15109, hasta 20 plantas en el cultivar local 30F96. Los híbridos procedentes del CIMMYT presentaron un promedio de 27.7 plantas establecidas, en cambio, los cultivares locales promediaron 22.7 plantas establecidas; lo que constituye una causa evidente de mayores rendimientos. En el cuadro 6 se presentan los valores obtenidos en el ensayo.

4.3.2. Plantas cosechadas

A lo largo de la fenología del cultivo, éste experimenta una serie de situaciones ambientales que muchas veces limitan el buen desarrollo de la planta, a tal punto de provocar su muerte; por consiguiente el número de plantas que son cosechadas muchas veces es inferior al número de plantas que se establecieron, siendo esta variable clave en la obtención de producción.

En el estudio hubo gran variación respecto al número de plantas cosechadas, las entradas 1 (CLTHW15109) y 13 (CLTHW15081), fueron las que presentaron mayor número de plantas cosechadas con 30 plantas, y la entrada 20 (30F96), fue la de menor resultado con 18 plantas. Así mismo en promedio el material procedente del CIMMYT fue notoriamente superior (promedio de 26.5 plantas cosechadas) a las testigos (20.3 plantas cosechadas). El cuadro 6 muestra los resultados de esta variable.

4.3.3. Mazorcas cosechadas

Para la obtención de altos rendimientos de granos en el cultivo, es determinante el número de mazorcas cosechadas por unidad de área. En el estudio, los valores variaron entre 30 mazorcas para la entrada 13 (CLTHW15081) y 20 mazorcas para las entradas 11 (CLTHW15078), 16 (CLTHW14001), 18 (H INTA 991) y 19 (HS-5G). Estos datos fundamentan el origen del rendimiento de grano de los materiales evaluados, donde a mayor número de mazorcas, mayor rendimiento. El cuadro 6 presenta los resultados obtenidos en esta variable

4.3.4. Mazorcas descartadas

Durante la cosecha no todas las mazorcas presentaron buena calidad, algunas mostraban deformaciones, pudriciones, o no tuvieron buen llenado de grano, etc., por tal razón fueron descartadas. En la única entrada que no se descartaron mazorcas fue en la 8 (CLTHW15023), en cambio la entrada 19 (HS-5G), fue la que obtuvo el mayor número de mazorcas descartadas con el 19.2% del total cosechadas. Según Benavides (1990) citado por Mendoza y Gaitán (2013), las mazorcas se ven menos afectadas por factores externos cuando presentan buena cobertura. El cuadro 6 muestra los resultados obtenidos en la evaluación.

Cuadro 6. Variables relacionadas con el rendimiento evaluadas en 17 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) procedentes del CIMMYT y 3 locales evaluados en Tisma, Masaya durante época de postrera 2016

Entrada	Plantas establecidas	Plantas cosechadas	Mazorcas cosechadas	Mazorcas descartadas (%)
CLTHW15109	31	30	28	2.56
CLTHW15112	26	24	22	8.00
CLTHW15125	30	29	26	6.48
CLTHW15128	27	26	23	6.60
CLTHW15136	28	24	23	7.32
CLTHW15137	28	28	23	5.81
CLTHW15140	26	25	22	6.54
CLTHW15023	28	28	25	0.00
CLTHW15027	27	26	26	9.42
CLTHW15048	27	27	25	9.30
CLTHW15078	25	23	20	4.65
CLTHW15080	28	28	26	9.24
CLTHW15081	30	30	30	8.72
CLTHW15082	30	28	28	6.38
CLTHW15083	30	29	23	4.48
CLTHW14001	22	19	20	1.52
CLTHW14003	28	26	24	6.17
H INTA 991 *	26	22	20	3.17
HS-5G *	22	21	20	19.17
30F96 *	20	18	21	6.23

4.3.5. Masa de la mazorca sin brácteas

Según Loaisiga (1990), este parámetro es muy importante debido a que está relacionado con el rendimiento de la cosecha. Castro y Garay (2005) afirman que la masa de la mazorca se ve influenciada por la longitud de esta, y que esta variable es determinante en el rendimiento.

Según el ANDEVA, existieron diferencias altamente significativas para las repeticiones ($Pr=0.0006$), diferencias significativas para bloques dentro de repetición ($Pr=0.0114$), y para el caso de los tratamientos (híbridos) no existieron diferencias significativas ($Pr=0.0507$). El CV obtenido fue de 10.0232% y el R^2 de 0.7807, lo cual indica la confiabilidad de los resultados (Ver Anexo 10). En el cuadro 7 se muestran los valores de masa de la mazorca sin brácteas de los híbridos evaluados.

El promedio obtenido fue de 159.8g, la entrada 15 (CLTHW15083), registró la mayor masa con un valor de 184.3g y la entrada 18 (H INTA 991), fue la de menor masa con 130.7g como se muestra en el cuadro 7.

A pesar de no existir diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados, estos mostraron un mejor comportamiento en relación con el estudio de Viera (2004) que al evaluar genotipos de maíz el valor para esta variable resultó entre el rango de 81.7 hasta 150.6g.

4.3.6. Masa del grano

La masa del grano es una variable de gran importancia, debido a que está relacionada con el rendimiento, se define como la cantidad total de materia que poseen los granos de una mazorca. Rodríguez y Solís (1997) mencionan que el rendimiento está influenciado en gran medida por la masa del grano, y esta está determinada por la variedad utilizada.

El ANDEVA demuestra que existieron diferencias altamente significativas ($Pr < 0.0001$) para las repeticiones del ensayo de igual forma para bloques dentro de repetición ($Pr = 0.0067$), esto no sucedió así para los tratamientos (genotipos) ya que no existieron diferencias significativas entre estos ($Pr = 0.0834$). El CV para esta variable fue de 9.1636% y el valor del R^2 fue de 0.7934, representando confiabilidad en los resultados (Ver Anexo 10). En el cuadro 7 se muestran los valores de masa del grano de los híbridos evaluados.

En esta variable los híbridos promediaron un valor de 132.8g, el valor más alto fue de 147.3g por la entrada 15 (CLTHW15083), y el más bajo de 113.5g por la entrada 18 (H INTA 991). En el ensayo se afirma los argumentos de Rodríguez y Solís (1997), ya que los híbridos que presentaron una menor masa del grano también presentaron los rendimientos más bajos.

4.3.7. Masa del raquis

Según Carrasco y Pineda (2009) la masa del raquis y de la mazorca son resultados de las dimensiones de esta, Viera (2004) en la evaluación de doce genotipos de maíz correlacionó caracteres en la mazorca determinando influencia de la masa del raquis sobre longitud de las brácteas, diámetro de la mazorca y rendimiento.

Los híbridos evaluados presentaron diferencias significativas según el ANDEVA ($P=0.0306$), la prueba de DMS ($\alpha=0.05$) con valor de 11.9g muestra que existen 9 categorías estadísticas para estos materiales, el promedio registrado en esta variable fue de 27.0g, siendo la entrada 15 (CLTHW15083), la de mayor valor con 37.0g y la entrada 19 (CLTHW15027), con el valor más bajo de 17.2g como se muestra en el Anexo 11. En el cuadro 7 se muestran los valores de masa del raquis de los híbridos evaluados.

Los híbridos en estudio presentaron gran variación de los resultados en esta variable como sucedió en la evaluación de 11 genotipos de maíz realizada por Carrasco y Pineda (2009) quienes encontraron diferencias significativas para esta variable, todos los materiales mostraron superioridad en relación con el estudio de Viera (2004) quien resaltó la importancia de esta variable y obtuvo resultados de 11.4g hasta 28.8g.

4.3.8. Masa de mil semillas

Según Melgara y Tinoco (2013), la masa de las semillas es de gran interés agronómico ya que permite calcular la cantidad que se debe emplear en la siembra, también menciona que esta variable sirve para relacionarla con el tamaño del grano. Blessing y Hernández (2009) plantean que la masa de las semillas está determinada por la variedad utilizada debido a la eficacia que estas desarrollan en sus hojas y tallos.

En esta variable se obtuvieron diferencias altamente significativas en el ANDEVA ($P<0.0001$), la prueba de DMS ($\alpha=0.05$) con valor de 21.4g agrupa a estos híbridos en 11 categorías estadísticas; el cuadro 7, muestra los resultados obtenidos en dicha prueba donde la entrada 8 (CLTHW15023), obtuvo el valor más alto con 331.3 y la entrada 19 (HS-5G), la de menor valor con 235.8g, el promedio de los genotipos fue de 291.4g (Ver Anexo 11). En el cuadro 7 se muestran los valores de masa de mil semillas de los híbridos evaluados.

Viera (2004), mediante la evaluación de genotipos de maíz encontró diferencias significativas para esta variable siendo el menor valor de 183.5g y el mayor de 290.4g; estos resultados fueron superados claramente en este ensayo por los materiales en estudio.

4.3.9. Rendimiento de grano

Según Viera (2004), el rendimiento es una variable de vital importancia en los programas de mejoramiento tomando como contraste el material tradicional, también menciona que para lograr una productividad óptima la variedad debe poseer alto potencial de rendimiento. Melgara y Tinoco (2013) describen que para la identificación de material promisorio es indispensable el valor de esta variable. Flores y Kuan (2013) definen que el rendimiento de las variedades está condicionado por su potencial genético, nutrición y factores ambientales.

El ANDEVA muestra que para las fuentes de variación: repetición y tratamientos (genotipos); existieron diferencias altamente significativas ($Pr < 0.0001$) y ($Pr = 0.0005$) respectivamente, en el caso de bloques dentro de repetición las diferencias encontradas fueron significativas ($Pr = 0.0279$). El CV fue de 13.2433%, y el R^2 de 0.8676, indicando buena precisión en el experimento, y por tanto confiabilidad en los resultados. La prueba de DMS ($\alpha = 0.05$) obtuvo un valor crítico de 1305.0kg ha⁻¹ agrupando a los materiales genéticos en 11 categorías estadísticas.

En el cuadro 7 se presentan los resultados obtenidos en el estudio sobre rendimiento de grano, el valor promedio de los híbridos fue de 5871.7kg ha⁻¹, siendo la entrada 13 (CLTHW15081), la que alcanzó mejores resultados con 7478.7kg ha⁻¹ y la entrada 19 (HS-5G), la de menor valor con 3483.0kg ha⁻¹. De manera general se observa que los genotipos del CIMMYT (entradas del 1 al 17) fueron superiores respecto a los híbridos explotados en Nicaragua (entradas 18, 19 y 20) en esta variable.

Los resultados respaldan lo afirmado por Torres *et al.* (1992) citado por Melgara y Tinoco (2013), que menciona que el rendimiento de grano del maíz puede considerarse como el producto de varios factores donde el número de plantas cosechadas, número de mazorcas por planta, número de granos por mazorca y la masa del grano son los principales componentes para este carácter. Mendoza y Gaitán (2013) plantean que es el resultado del comportamiento de la planta en relación con varios caracteres que actúan sobre ella.

En el Anexo 11 se muestra una síntesis de los resultados obtenidos en el análisis de varianza para las variables cuantitativas evaluadas en el experimento, mostrándose los valores de Pr

en las diferentes fuentes de variación del modelo estadístico, de igual forma los valores del CV y del R^2 .

Según los valores de Pr obtenidos en los ANDEVA muestran que existieron diferencias altamente significativas entre los híbridos evaluados para las variables: altura de la mazorca, diámetro de la planta, longitud de la hoja, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de hileras, masa de mil semillas y rendimiento. Las variables que mostraron diferencias significativas fueron: altura de la planta, número de hojas, ancho de la hoja, área foliar y masa del raquis. Para el caso de número de granos por hilera, masa de la mazorca sin brácteas y masa del grano no mostraron diferencias estadísticas.

Los CV obtenidos para todas las variables oscilan entre 2.2885% y 25.1060%, indicando gran confiabilidad en los resultados obtenidos en el ensayo debido a la menor divergencia entre los promedios para cada tratamiento (Gutiérrez, 2000), además se obtuvieron valores para R^2 desde 0.6894 hasta 0.9451 que dan soporte al modelo empleado debido a que estos valores representan menor cantidad en la variación desconocida o error experimental (Rubin, 1996), ambos autores citados por Carrasco y Pineda (2009).

De forma general la entrada 13 (CLTHW15081), presentó los mejores resultados en las variables expuestas en el cuadro 7, puesto que obtuvo el mayor número de mazorcas cosechadas con un valor de 30 mazorcas, además tuvo excelente aspecto de la planta y de la mazorca, de igual forma no mostró acame de raíz, sin embargo, exhibió un 20.42% de acame de tallo y un 8.72 de mazorcas descartadas.

La entrada 19 (HS-5G), fue la más deficiente en esta comparación puesto que se cosecharon 20 mazorcas en la parcela útil y de estas el 19.17% fueron descartadas, el aspecto de la planta y de mazorca no fue satisfactorio debido a que el resultado obtenido fue bueno (valor 3 de la escala); además el 25.36% de las plantas tuvieron acame de raíz y el 27.15% de tallo.

Cuadro 7. Valores promedios de componentes de rendimiento, de 20 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) evaluados en Tisma, Masaya, durante época de postrera 2016

Entrada	Masa de la mazorca sin brácteas (g)	Masa del grano (g)	Masa del raquis (g)	Masa de mil semillas (g)	Rendimiento kg ha⁻¹
CLTHW15109	147.83	127.17	20.67	302.92	7076.80
CLTHW15112	171.33	145.50	25.83	289.58	5941.10
CLTHW15125	162.50	128.17	34.33	316.25	6641.90
CLTHW15128	158.07	129.50	28.57	294.17	5655.70
CLTHW15136	159.50	136.33	23.17	301.67	5589.40
CLTHW15137	146.83	123.33	23.50	266.67	5825.60
CLTHW15140	153.50	127.00	26.50	272.92	5290.50
CLTHW15023	170.67	141.00	29.67	331.25	6699.50
CLTHW15027	155.50	127.83	27.67	259.58	6089.90
CLTHW15048	153.83	134.17	19.67	311.25	5884.10
CLTHW15078	155.00	125.00	30.00	312.92	4990.10
CLTHW15080	176.67	144.83	31.83	273.33	6303.50
CLTHW15081	168.17	141.33	26.83	292.08	7478.70
CLTHW15082	154.17	131.00	23.17	303.33	7043.90
CLTHW15083	184.33	147.33	37.00	315.83	6646.90
CLTHW14001	161.17	131.50	29.67	288.33	5203.50
CLTHW14003	177.00	141.33	35.67	276.25	6010.70
H INTA 991 *	130.67	113.50	21.17	294.17	4651.00
HS-5G *	165.67	114.50	17.17	235.83	3483.00
30F96 *	174.17	145.83	28.33	290.00	4923.50
DMS	26.89	N/T	11.39	21.41	1305.00
Valor de p	0.0507	0.0834	0.0306	<0.0001	0.0005

4.4. Comparaciones de grupos

Las comparaciones entre grupos de tratamientos son pruebas planeadas, las cuales permiten hacer comparaciones entre tratamientos, entre un tratamiento y un grupo de tratamientos o entre grupos de tratamientos, en esta última categoría destacan las comparaciones de un grado de libertad o contrastes ortogonales (Alemán, s.f.). El método consiste en la subdivisión de los grados de libertad y la suma de los cuadrados para la respectiva variabilidad atribuible al respectivo efecto de los tratamientos estudiados (Pedroza, 1993).

Con el objetivo de comparar el comportamiento de los híbridos procedentes del CIMMYT con los que son utilizados por los productores locales, se realizó la prueba de contrastes

ortogonales para determinar la existencia de diferencias significativas en las variables evaluadas en dichos grupos de tratamientos. En el Cuadro 8 se muestran los resultados obtenidos en la prueba para cada una de las variables evaluadas en el ensayo.

Los híbridos procedentes del CIMMYT mostraron superioridad respecto a los utilizados como testigos en la mayoría de las variables, tal es el caso de altura de la planta, longitud de la hoja, área foliar, diámetro de la mazorca y rendimiento de grano, en las cuales existieron diferencias altamente significativas entre los grupos contrastados. Las variables: diámetro de la planta, longitud de la mazorca, masa de la mazorca sin brácteas, masa del grano y masa de mil semillas mostraron diferencias significativas, siendo los híbridos del CIMMYT los que presentaron mejores resultados.

La prueba realizada también indica que en ciertas variables no existieron diferencias significativas como son: número de hojas, ancho de la hoja, altura de la mazorca, número de hileras/mazorca, número de granos/hilera y masa del raquis, no obstante, los genotipos testigos obtuvieron promedios inferiores al grupo en comparación, a excepción de número de granos/hilera donde los híbridos nacionales obtuvieron 1.30granos por hilera por encima de los del CIMMYT.

Cuadro 8. Resultados de la comparación de 17 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) provenientes del CIMMYT con 3 variedades explotadas en Nicaragua a través de contrastes ortogonales ($\alpha=0.05$)

Variables	UM	Promedio			P - valor
		General	Híbridos CIMMYT	Híbridos Nicaragua	
Altura de la planta	cm	230.57	232.72	218.37	0.0056
Diámetro de la planta	cm	1.95	1.93	2.07	0.0226
Número de hojas	Nº	13.63	13.65	13.50	0.1482
Longitud de la hoja	cm	101.89	103.18	94.60	0.0001
Ancho de la hoja	cm	8.06	8.07	7.99	0.3278
Área foliar	cm ²	616.30	625.19	565.93	0.0038
Altura de la mazorca	cm	136.26	137.02	131.97	0.6084
Longitud de la mazorca	cm	13.28	13.37	12.78	0.0149
Diámetro de la mazorca	cm	4.55	4.58	4.36	< 0.0001
Número de hileras/mazorca	Nº	15.51	15.63	14.86	0.0621
Número granos/hilera	Nº	31.81	31.62	32.92	0.6463
Masa de la mazorca sin brácteas	g	159.83	162.12	146.84	0.0118
Masa del grano	g	132.81	134.26	124.61	0.0496
Masa del raquis	g	27.02	27.87	22.22	0.1200
Masa de mil semillas	g	291.42	294.61	273.33	0.0151
Rendimiento de grano	kg ha ⁻¹	5871.47	6139.52	4352.50	< 0.0001

Si $P \leq 0.01$ los resultados son altamente significativos, si $0.01 \leq P \leq 0.05$ los resultados son significativos y si $P \geq 0.05$ los resultados no son significativos estadísticamente.

Una vez el ensayo establecido no se descartó ciertos factores que podrían influir en el experimento, entre estos fueron enfermedades como la roya del maíz, anegamiento por la topografía del terreno e incidencia de sombra (causada por árbol), siendo estos factores que afectaron de manera directa a la repetición 1 y parte de la 2. Estos son determinantes al momento de obtener los resultados (ver cuadro 4).

Analizando el cuadro 7, observamos el resultado final de los materiales tomando en cuenta la variable rendimiento, siendo esta la de interés para productores y fitomejoradores, dentro de los híbridos extranjeros encontramos que fue promisorio la entrada 13 (CLTHW15081), con un rendimiento de 7478.70 kg ha⁻¹, mientras que la que obtuvo un menor rendimiento fue la entrada 16 (CLTHW14001), con 5203.50 kg ha⁻¹. Entre los híbridos nacionales obtuvo un mejor desempeño la entrada 20 correspondiente a la variedad 30F-96 con 4923.50

kg ha⁻¹ mientras que la que obtuvo un menor rendimiento fue la entrada 19 correspondiente a la variedad HS-5G con 3483.00 kg ha⁻¹.

En el cuadro 8 podemos notar la superioridad de los híbridos extranjeros sobre los criollos con respecto a las variables: altura de la planta, longitud de la hoja, área foliar, diámetro de la mazorca y rendimiento de grano que obtuvieron diferencias altamente significativas entre los grupos contrastados. Longitud de la mazorca, masa de la mazorca sin brácteas y masa de mil semillas que mostraron diferencias significativas. Tomando solo como referencia la variable rendimiento observamos una media para los híbridos extranjeros de 6139.52 kg ha⁻¹ en comparación con los híbridos criollos que obtuvieron una media de 4352.50 kg ha⁻¹.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados se concluye lo siguiente:

1. Los híbridos, y los materiales locales no muestran diferenciación en las variables vegetativas, no se vislumbra una clara tendencia que defina un patrón específico para un material en particular. Sin embargo, tanto los materiales del CIMMYT como los testigos HS-5G, y 30F96, mostraron buen comportamiento en éstas variables.
2. Se encontraron diferencias altamente significativas entre los híbridos evaluados, identificándose a la entrada 13 con genealogía CLTHW15081 y origen AF16A-431-20/29 procedente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) como material promisorio debido a que fue superior a los demás en: aspecto de la planta, acame de raíz, mazorcas cosechadas, aspecto de la mazorca y número de hileras/mazorca; y rendimiento.
3. Al comparar los híbridos provenientes del CIMMYT con los utilizados localmente (testigos) existen evidencias estadísticas que los diferencian como grupo, siendo el primero ampliamente superior al segundo, por tanto, mucho más eficientes y productivos.

VI. RECOMENDACIONES

En consideración a la importancia y aplicación práctica que tiene el estudio realizado, se recomiendan lo siguiente:

1. Considerar a los híbridos que se destacaron por su comportamiento en las variables evaluadas y que mostraron clara superioridad sobre los testigos, para el establecimiento de futuras variedades comerciales. Para este estudio considerar el híbrido con genealogía CLTHW15081 y origen AF16A-431-20/29 por su buen comportamiento en las condiciones en que se desarrolló el ensayo.
2. Realizar evaluaciones de estos genotipos en otras localidades, para determinar la estabilidad y adaptabilidad de estos materiales en diferentes ambientes, aumentando así, el dominio de recomendación.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alemán, F. (s.f). *Análisis estadístico e interpretación de datos provenientes de experimentos agrícolas*. Managua, Nicaragua.
- Arroliga, J. y Reyes, Y. (2016). *Producción de biomasa de tres variedades de maíz (Zea mays) en asocio con caupí (Vigna unguiculata), Managua, 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- BCN (Banco Central de Nicaragua). (2015). *Producción de granos básicos*. Recuperado de: http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/sector_real/produccion/index.php
- Blessing, D. y Hernández, G. (2009). *Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (Zea mays L.) var NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca el plantel. 2007 – 2008*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- Carrasco, L. y Pineda, L. (2009). *Evaluación de ocho genotipos de maíz (Zea mays L.) de polinización libre y tres tipos de fertilización en El Castillito, Las Sabanas, Madriz*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- Castillo, R. y Bird, R. (2013). *Caracterización del Cultivo de Maíz en Nicaragua: Un análisis de Varianza de los Determinantes del Rendimiento*. Managua, Nicaragua.
- Castro, C. y Garay, M. (2005). *Evaluación y adaptación de 10 variedades de maíz (Zea mays L.) en la zona de Jalapa*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (1991). *Descriptores de maíz*. México Df, México.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (1995). *Manual de producción de semilla de maíz híbrido*. México Df, México.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (1999). *Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT*. México DF, México.

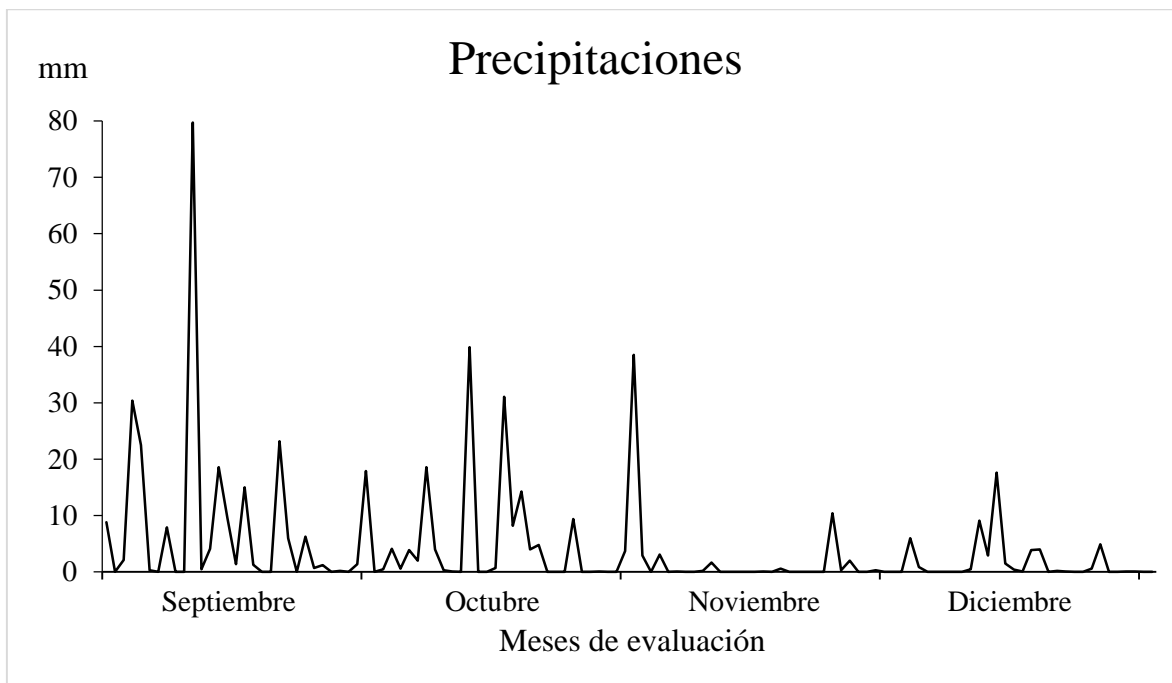
- Contreras, Z. (1994). *Influencia de rotación de cultivo y control de malezas: el crecimiento y rendimiento y comportamiento del cultivo del maíz (zea mays L.)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, IT). (2001). *Maíz en los trópicos*. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/X7650S00.HTM>.
- Flores, R. y Kuan, J. (2013). *Caracterización y evaluación preliminar de 33 cultivares de maíz (Zea mays L.) en la localidad de Sábana Grande, Managua, primera 2010*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- FORMUNICA. (s.f.). *HS-5G*. Recuperado de <http://formunica.com/pdf/semillas/HS-5G.pdf>.
- Gutiérrez, E. (2000). *Métodos estadísticos para las ciencias biológicas*. EUNA. Heredia, Costa Rica.
- Hernández, J. (2006). *Evaluación de dieciséis variedades de maíz (Zea mays L.) normal y de alta calidad de proteína en cinco ambientes de Nicaragua*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2016). *69115 Masaya TABLAS CLIMÁTICAS 2016 originales*. Managua, Nicaragua.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2010). *Cultivo del maíz*. Managua, Nicaragua.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2011). *H- INTA 991*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/273761987_Evaluacion_de_la_estabilidad_y_adaptabilidad_de_hibridos_de_maiz_de_grano_blanco_y_amarillo_en_Centro_America_PCCMCA_2014.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2013). *Guía metodológica de fitomejoramiento participativo en los cultivos de: maíz, frijol, arroz y sorgo*. Managua, Nicaragua.

- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2014). *Catálogo de cultivares de granos básicos*. Managua, Nicaragua.
- Loaisiga, C. (1990). *Caracterización y evaluación de treinta cultivares de maíz (Zea mays L.)* (Tesis de pre grado). Instituto de Ciencias Agropecuaria (ISCA). Managua, Nicaragua.
- Melgara, Y. y Tinoco, O. (2013). *Caracterización y evaluación preliminar de 32 accesiones de maíz (Zea mays L.) en Tisma, Masaya, Postrera 2011*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- Mendoza, C. y Gaitán, J. (2013). *Caracterización y evaluación preliminar de 33 accesiones de maíz (Zea mays L.) colectadas en Nicaragua, Tisma, Masaya, Postrera 2011*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- Olivas, N. y Ocampo, F. (2012). *Efecto de la fertilización orgánica versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.), El plantel, Masaya, 2010*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- Pastora, R. (1996). *Evaluación de arreglos de siembra de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y su uso equivalente de la tierra*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua
- Pedroza, H. (1993). *Fundamentos de experimentación agrícola*. Managua, Nicaragua.
- Peña Quiroz, Jorge Lenin (2011). *Evaluación de la producción de chilote en el cultivo de maíz (Zea mays L.) variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes "Kc" y "Ky", bajo riego, Finca Las Mercedes, Managua 2009*. Ingeniería tesis, Universidad Nacional Agraria, UNA.
- RAE (Real Academia Española). (2017). *Definición de masa*. Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=OWEvPFc>
- RAE (Real Academia Española). (2017). *Definición de peso*. Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=Snd19iL>

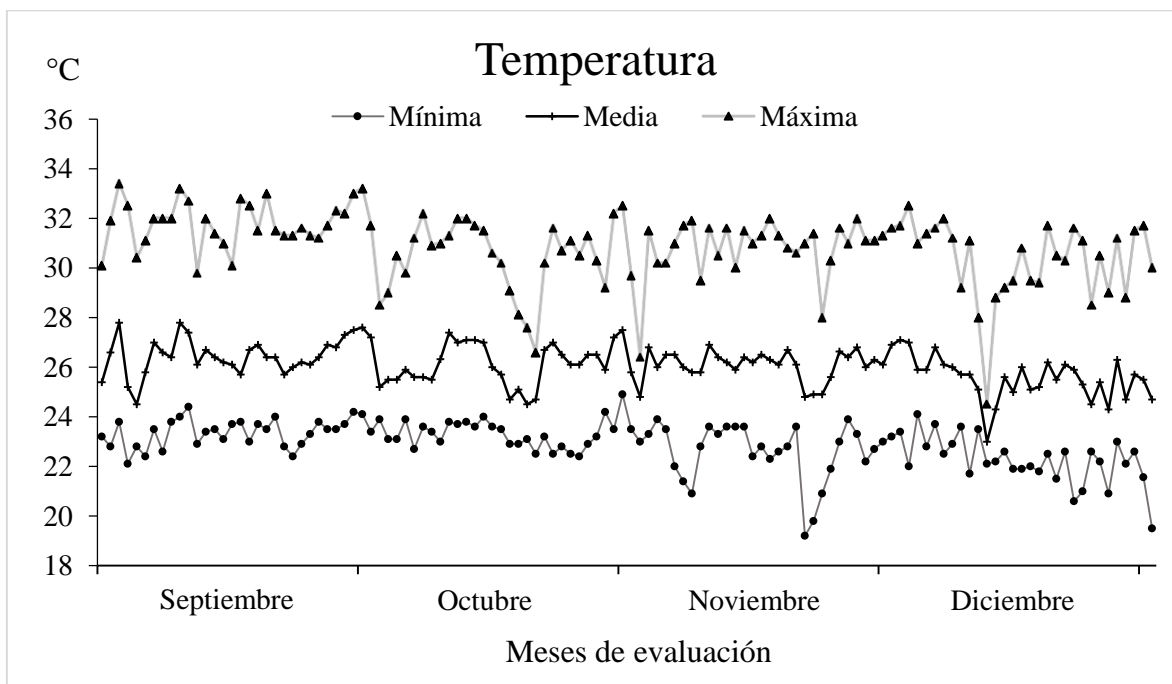
- Rodríguez, L. y Solís, T. (1997). *Evaluación de cuatro tipos de biofertilizantes (En Bokashi), sobre crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del maíz (Zea mays L.)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.
- Somarriba Rodríguez, Camilo. (1998). *Granos básicos: texto básico*. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.
- Viera, L. (2004). *Caracterización y evaluación de seis híbridos y seis variedades de polinización libre de maíz (Zea mays L.) en El Viejo, Chinandega*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.

VIII. ANEXOS

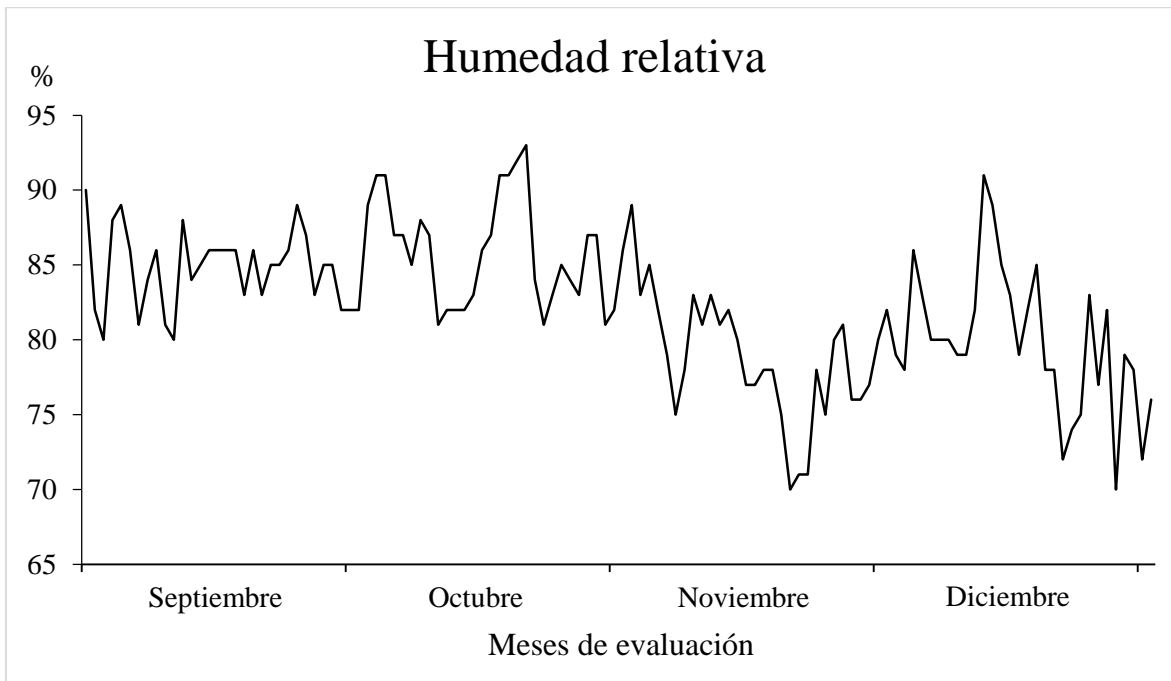
Anexo 1. Precipitaciones pluviales diarias registradas en la estación meteorológica de Masaya- entre septiembre y diciembre del 2016. INETER, 2016.



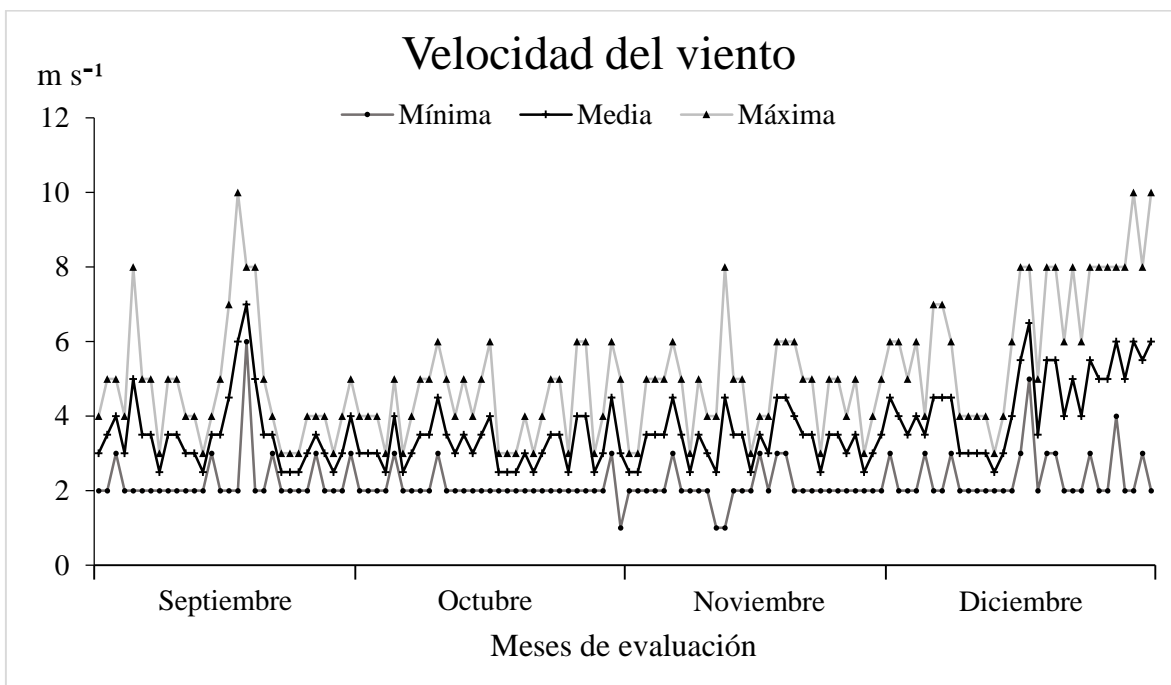
Anexo 2. Temperatura mínima, media y máxima diaria registradas en la estación meteorológica de Masaya entre septiembre y diciembre del 2016. INETER, 2016.



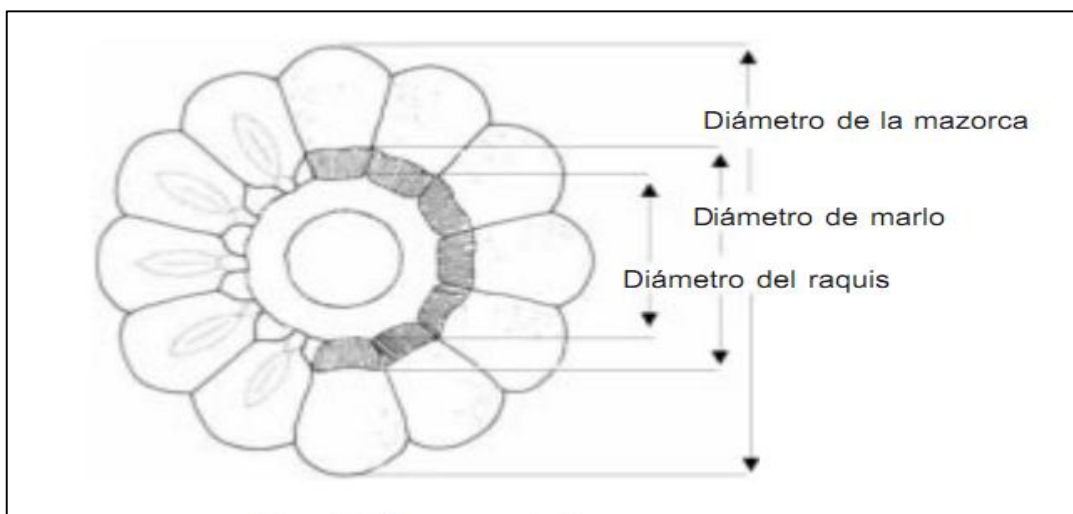
Anexo 3. Humedad relativa diaria registradas en la estación meteorológica de Masaya entre septiembre y diciembre del 2016. INETER, 2016.



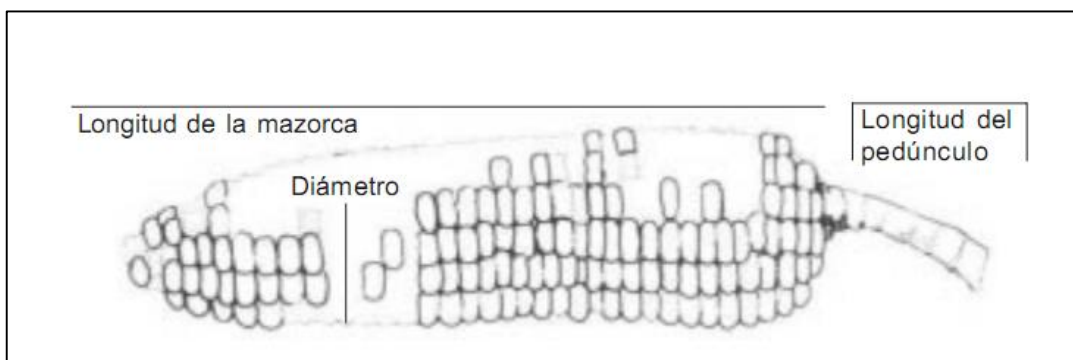
Anexo 4. Velocidad del viento mínima, media y máxima diarias registradas en la estación meteorológica de Masaya entre septiembre y diciembre del 2016. INETER, 2016.



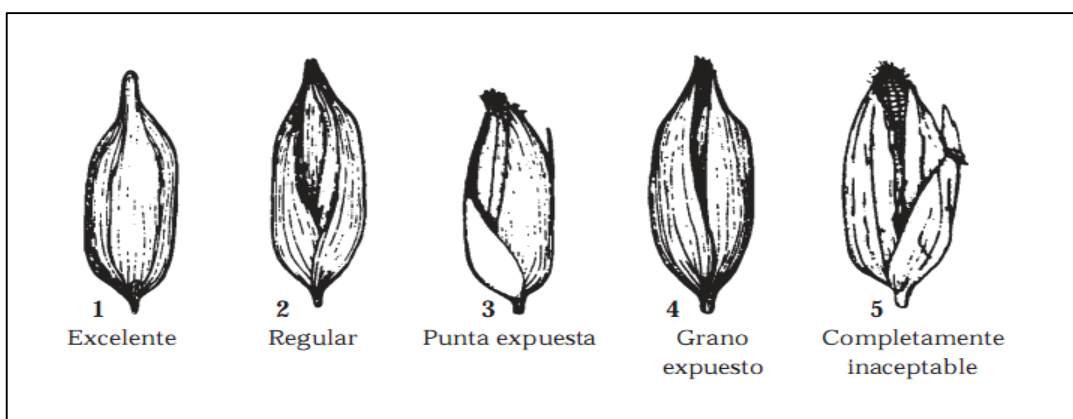
Anexo 5. Diámetro de la mazorca. CIMMYT, 1991.



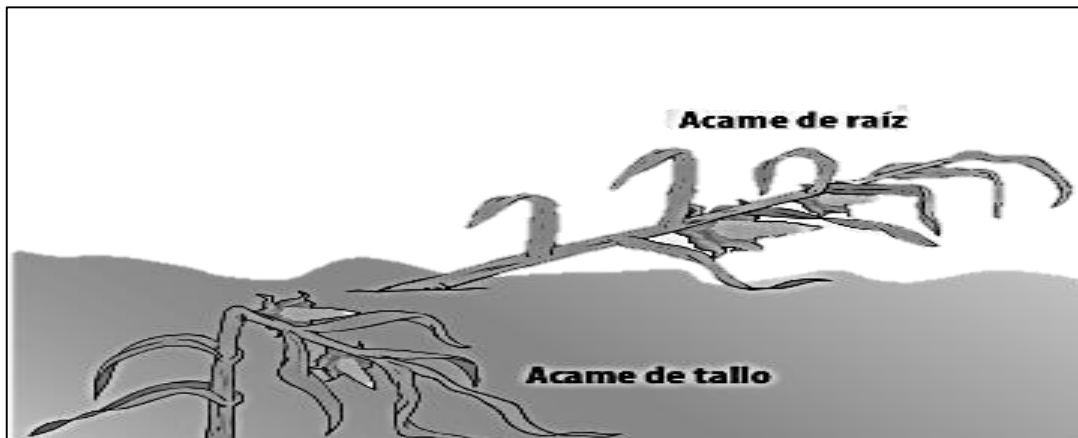
Anexo 6. Longitud de la mazorca. CIMMYT, 1991.



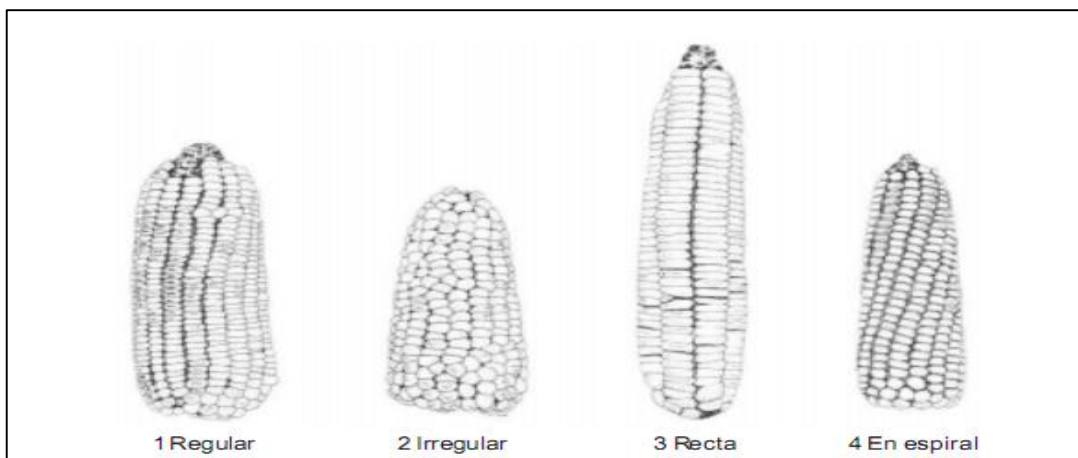
Anexo 7. Escala de cobertura de la mazorca. CIMMYT, 1999.



Anexo 8. Acame de tallo y raíz en plantas de maíz. INTA, 2013.



Anexo 9. Escala de disposición de las hileras en la mazorca. CIMMYT, 1991



Anexo 10. Resultados obtenidos en el análisis de varianza para las variables evaluadas en 17 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) procedentes del CIMMYT y 3 locales evaluados en Tisma, Masaya durante época de postrera 2016.

Variables	P - valor			CV (%)	R ²
	Rep	Rep (Bloc)	Trat		
Altura de la planta	< 0.0001	< 0.0001	0.0307	3.3856	0.9451
Diámetro de la planta	0.0002	0.0002	0.0091	4.9326	0.8414
Número de hojas	0.0023	< 0.0001	0.0144	2.6316	0.8559
Longitud de la hoja	< 0.0001	0.0007	0.0012	3.2558	0.8684
Ancho de la hoja	0.0238	0.0004	0.0229	4.0926	0.8086
Área foliar	< 0.0001	0.0028	0.0237	6.0048	0.8153
Altura de la mazorca	< 0.0001	< 0.0001	0.0019	3.8369	0.9244
Longitud de la mazorca	0.2439	< 0.0001	0.0023	5.0802	0.8516
Diámetro de la mazorca	0.0001	< 0.0001	0.0002	2.2885	0.8846
Número de hileras	0.0563	0.0849	0.0032	5.0167	0.7756
Número de granos por hilera	0.4435	0.0071	0.3504	8.7435	0.7031
Masa de la mazorca sin brácteas	0.0006	0.0114	0.0507	10.0232	0.7807
Masa del grano	< 0.0001	0.0067	0.0834	9.1636	0.7934
Masa del olote	0.3747	0.3707	0.0306	25.1060	0.6894
Masa de mil semillas	0.0005	< 0.0001	< 0.0001	4.3768	0.8999
Rendimiento del grano	< 0.0001	0.0279	0.0005	13.2433	0.8676

Si $P \leq 0.01$ los resultados son altamente significativos, si $0.01 \leq P \leq 0.05$ los resultados son significativos y si $P \geq 0.05$ los resultados no son significativos estadísticamente.

Anexo 11. Definición de masa y peso según la Real Academia Española (RAE).

Masa: magnitud física que expresa la cantidad de materia de un cuerpo, medida por la inercia de este, que determina la aceleración producida por una fuerza que actúa sobre él, y cuya unidad en el sistema internacional es el kilogramo (kg).

Peso: Fuerza de gravitación universal que ejerce un cuerpo celeste sobre una masa. Fuerza con que la tierra atrae a un cuerpo.