



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Caracterización agromorfológica de dos líneas elites y un híbrido simple maíz amarillo duro adaptadas al trópico húmedo del Litoral ecuatoriano”.

AUTOR:

Gabriela Esther Espinoza Ibarra

TUTOR:

Ing. Agro. Marlon López Izurieta. MSc.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2019

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Trabajo Experimental son de exclusividad del autor.

Gabriela Esther Espinoza Ibarra.

DEDICATORIA

Este trabajo experimental va dedicado a DIOS, mi amoroso Padre Celestial por forjar mi camino, por su compañía en cada parte de este proceso, por levantarme de mi continuo tropiezo y las fuerzas para poder salir adelante a pesar de los obstáculos que se me presentaron en el camino, su amor y su misericordia no tiene fin y hoy sonrío ante mis familiares y amigos.

Con mucho cariño y amor a mis padres Bartolomé Espinoza y Mercedes Ibarra que me dieron la vida y fueron mi guía, que me enseñaron a trabajar desde pequeña para entender el esfuerzo y el valor de las cosas.

A mis hermanos Jacob Espinoza y Karen Espinoza por estar conmigo cuando me he derrumbado en lágrimas y creer en mi cuando yo no podía.

AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento a DIOS, quien nunca me ha abandonado y me ha permitido llegar hasta este punto de mi vida y cumplir un logro más.

A mis padres Bartolomé Espinoza y Mercedes Ibarra por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y sus constantes oraciones, porque ellos son la motivación de mi vida.

A mis hermanos Jacob y Karen Espinoza que a pesar de las dificultades me han impulsado a seguir adelante.

A mi tía Noemí Ibarra y mis primos Brayan Ibarra y Maritza Rojas por todo el cariño, cada abrazo, consejo y palabra de aliento.

A mi amigo el Ing. Luis Carpio por encaminarme en la carrera de Ingeniería Agronómica y ser como el hermano mayor que no tuve.

A la Sra. Zully Molina y su familia por apoyarme en el inicio de mi carrera universitaria y siempre tener abiertas las puertas de su casa para poder realizar mis trabajos universitarios.

A mi amiga Martha Parra y su familia por acogerme en su casa durante esos módulos de inglés y esas convivencias compartidas junto a ellos.

A la Master Nancy Quezada y mi amiga Anita Macías por todas esas largas noches de estudio, para obtener excelentes notas en esas materias que veíamos súper complicadas.

De una manera especial a mí gran amigo Gerardo Burgos quien siempre ha estado dispuesto a enseñarme cuando he desconocido algún tema de estudio y brindarme su confianza y amistad.

A mis estimadas Génesis Amat, Daniela Henríquez, Diana Mora, Mercy Vera, Esther Mera, Kassandra León, Karen León e Ineska Córdova quienes me han alegrado la vida con sus ocurrencias y han deseado lo mejor para mí.

A mis compañeras del Instituto Tecnológico de Valencia, Maricela Toala, Diana Murillo, Diana Galarza, Roxana Villafuerte y María Yoza por ayudarme en el Programa de maíz tanto en oficina y campo, sé que serán grandes tecnólogas en agricultura.

A mi padrino el Sr. Jaime Dulcey por siempre estar pendiente y ayudar a toda mi familia.

Al Sr. Edison Azogue y la Sra. Nelly Tiñe por brindarme la oportunidad de trabajar con ellos en AgroIntegral Ricaurte S.A. y compartir mis conocimientos con los agricultores del cantón Urdaneta.

A mi tutor de tesis de la Universidad Técnica de Babahoyo, al Ing. Marlon López Izurieta MsC. quien ha estado pendiente durante todo el proceso de titulación y me ha sabido orientar con sus conocimientos.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Tropical Pichilingue, por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo experimental y obtener nuevos conocimientos acerca de mi carrera.

A mi tutor de tesis del Instituto autónomo de investigaciones agropecuarias (INIAP), al Dr. Marlon Caicedo quien con su paciencia me ha capacitado sobre los temas de manejo y mejoramiento genético del cultivo de maíz.

A mis compañeros de tesis en INIAP, Génesis Amat, Leonardo Amaiquema, Alberto Vecilla, Cesar Zamora y Mayusbell Campuzano, por apoyarnos todas esos días y noches internos dentro de la institución.

A cada uno de mis profesores de la FACIAG que fueron parte de mi formación académica profesional.

A cada uno de mis familiares y amigos que en su momento me apoyaron, gracias, Dios bendiga e ilumine sus vidas.

INDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General	2
1.1.2. Especifico	2
II. MARCO TEORICO.....	3
2.1. Generalidades.....	3
2.2. Origen.....	3
2.3. Descripción Botánica	3
2.4. Taxonomía.....	4
2.5. Clasificación racial del maíz	4
2.6. Ciclo del cultivo	5
2.7. Fenología del cultivo de maíz	6
2.8. Avances en el cultivo de maíz.....	7
2.9. Caracterización y evaluación del maíz.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Ubicación del ensayo	15
3.2. Material genético	15
3.3. Origen de las líneas:	15
3.4. Factores en estudio	¡Error! Marcador no definido.
3.5. Análisis estadístico	18
3.6. Características del área experimental.....	19
3.7. Manejo del ensayo.....	19
3.8. Control fitosanitario.	19
3.9. Fertilización.....	20

3.10. Cosecha manual.....	20
3.11. Variables a estudiarse.....	20
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Caracteres Cualitativos	33
4.2. Parental femenino L-21-3-1-1 COM-2	34
4.3. Parental masculino CML-172	39
4.4. Híbrido promisorio L-21-3-1-1 COM-2 × CML-172	44
4.5. Caracteres cuantitativos.....	49
V. DISCUSION.....	59
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
VII. RESUMEN	63
VIII. SUMMARY	64
IX. BIBLIOGRAFIA.....	¡Error! Marcador no definido.
X. APENDICES	69

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales características agronómicas de dos líneas endogámicas y de un híbrido simple de maíz.	16
Cuadro 2. Características agronómicas y morfológicas evaluadas en dos líneas endogámicas de maíz y el híbrido promisorio durante la época lluviosa 2019, en la EET-Pichilingue.	16
Cuadro 3. Características cualitativas de las dos líneas elites y el híbrido promisorio de maíz amarillo duro desarrollado en la EET-Pichilingue.	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características cualitativas evaluadas en el parental femenino L-21-3-1-1 COM-2 durante la época lluviosa de la EET-Pichilingue.	35
Tabla 2. Promedios de la evaluación de enfermedades en la línea L-21-3-1-1 COM-2 durante la época lluviosa en la EET-Pichilingue.....	38
Tabla 3. Variables cualitativas evaluadas en la línea CML-172 (parental masculino), evaluadas en la época lluviosa de la EET-Pichilingue.	40
Tabla 4: Evaluación de las principales enfermedades en la línea CML-172 (parental masculino), durante la época lluviosa en la EET-Pichilingue.	43
Tabla 5. Variables cualitativas evaluadas en el híbrido promisorio L-21-3-1-1 COM-2 × CML-172, durante la época lluviosa en la EET-Pichilingue.....	45
Tabla 6: Evaluación de las principales enfermedades en el híbrido promisorio L-21-3-1-1 COM-2 CML-172, durante la época lluviosa de la EET-Pichilingue.	48
Tabla 7. Resultados de la evaluación cuantitativa en el parental femenino L-21-3-1-1 COM-2, realizada en la época lluviosa en la EETP-Pichilingue.....	50
Tabla 8. Resultados de la evaluación cuantitativa en el parental masculino CML-172 realizada en la época lluviosa de la EETP-Pichilingue.	52
Tabla 9. Resultados de la evaluación cuantitativa de la F1 del cruce originado entre las líneas L-21-3-1-1 COM 2 × CML 172, en la época lluviosa de la EETP-Pichilingue...	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diseño de un híbrido simple (A×B).....	10
Figura 2: Diseño de híbridos dobles (A × B) × (C × D).....	10
Figura 3: Diseño de híbridos triples: (A × B) × C.....	11
Figura 4. Escala de evaluación de enfermedades	22
Figura 5: Escala de evaluación de cobertura de la mazorca	23
Figura 6. Escala de evaluación del grado de daño a la mazorca	24
Figura 7: Disposición de la hileras de grano en la mazorca	25
Figura 8. Forma de la superficie del grano.....	27

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Promedio de altura de plantas de la línea L-21-3-1-1 COM-2 y CML-172, y del híbrido promisorio	55
Gráfico 2. Promedios del número total de hojas arriba de mazorca de las dos líneas elites y el híbrido promisorio.....	55
Gráfico 3. Promedio del diámetro de tallo de las dos líneas elites y el híbrido promisorio	56
Gráfico 4: Promedio de longitud de la mazorca de las dos líneas elites y el híbrido promisorio.....	57
Gráfico 5: Rendimientos de las líneas elites y el híbrido promisorio.....	57

I. INTRODUCCION

El maíz amarillo duro en el Ecuador es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional. Constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, especialmente a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario (Villavicencio y Zambrano 2009).

Fue el primer cereal a ser sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, siendo uno de estos conocer la variabilidad (Jaramillo y Baena 2000).

La riqueza genética del maíz es de mucha importancia para los trabajos de mejoramiento, que buscan fortalecer la seguridad alimentaria del país (Guacho Abarca 2014)

A nivel mundial, el año 2018, la producción de maíz fue de 1 046 t.ha⁻¹, siendo el tercer año con mayor producción desde el 2007, el cual, el primer puesto ocupa el año 2016 con una producción de 1 078 t.ha⁻¹ y el segundo puesto ocupa el año 2017 con una producción 1 035 t.ha⁻¹ (FAOSTAT 2017).

En el Ecuador durante el año 2017, la superficie cosechada fue de 262 351 hectáreas; reportándose una producción de 147 404,8 toneladas y un rendimiento promedio de 5,62 t.ha⁻¹ (Salazar et al. 2017), mientras que para el 2018 se experimentó un decrecimiento del 2% obteniendo una producción de 5,51 t.ha⁻¹ (BCE 2018).

En el país, el maíz duro seco está localizado principalmente en la Región Costa. Las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas sumaron el 79,98 % de la superficie total cosechada de este producto, siendo la provincia de los Ríos la de mayor participación de este cultivo, con una concentración del 35,96 % a nivel nacional, de igual forma su producción es la más alta aportando el 39,42 % de la producción total del grano con respecto a Manabí y Guayas que concentran el 24,74 % y 21,96 % de la producción nacional respectivamente (Salazar et al. 2017).

El desarrollo de la semilla de maíz híbrido proporciona a los agricultores variedades que poseen características genéticas mejoradas, como el alto potencial de rendimiento y combinaciones de caracteres únicas (MacRobert et al. 2015); para esto, se debe seleccionar líneas puras con un alto nivel de homocigosis y la pureza genética y los estándares de uniformidad de las líneas parentales deben ser cuidadosamente observadas y mantenidas (Paliwal et al. 2001).

En la actualidad la demanda por híbridos con marcado potencial de rendimiento y amplia adaptabilidad a las condiciones agro-ambientales del Litoral ecuatoriano es alta, es por esta razón que el Programa de Maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, desarrolla actividades para la obtención de híbridos convencionales formados a cruzar líneas con alto porcentaje de homocigosis (93,75%), originadas de diferentes fuentes de maíz no emparentados desde el año 1980 (Burgos y Ivan 2013).

El presente trabajo se enmarca como una actividad en el desarrollo de nuevos híbridos de maíz duro, adaptados a las condiciones climáticas del Litoral ecuatoriano, que servirán para mejorar la producción Nacional y el nivel de vida de los productores y familias.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

- Caracterizar agronómica y morfológicamente dos líneas endogámicas y un híbrido simple de maíz amarillo (*Zea mays L.*) duro adaptadas al trópico húmedo del Litoral ecuatoriano.

1.1.2. Especifico

- Caracterizar agromorfológicamente las líneas CML-172 y L-21-3-1-1 COM-2, más el híbrido promisorio originado del cruce entre ambas líneas.
- Estimar parámetros cualitativas y cuantitativas que permitan identificar agromorfológicamente las líneas CML-172 y L-21-3-1-1 COM-2 y el híbrido resultado del cruce entre ambas líneas, mediante la utilización de descriptores varietales.

II. MARCO TEORICO

2.1. Generalidades

2.2. Origen

El origen del maíz actual (*Zea mays L.*) es algo que no ha llegado a esclarecerse plenamente. Existen dos corrientes distintas con respecto a su origen. La primera se sitúa en una evolución del Teocintle (*Zea mays L. ssp. mexicana*) y el género *Tripsacum* (*Zea mexicana Schrader Kuntze*).

La segunda, se cree que se desarrolló a partir de un maíz silvestre hoy desaparecido (Kato-Yamakake 2014).

En Ecuador se dice que el cultivo de maíz se desarrolló hace 6500 años, debido a investigaciones realizadas a partir de fitolitos en muestras de tierra, revelan que en la Provincia de Santa Elena, los antiguos habitantes de la cultura “Las Vegas” ya habían empezado a cultivar esta gramínea desarrollando de esta manera el inicio de una incipiente horticultura (Chérrez 2015).

2.3. Descripción Botánica

El sistema radicular del maíz se desarrolla a partir de la radícula de la semilla, que ha sido sembrada a una profundidad adecuada, surgen las primeras raíces adventicias a partir del primer nudo en el extremo del mesocòtilo. Un grupo de raíces adventicias se desarrolla a partir de cada nudo sucesivo hasta llegar a los siete o diez nudos, todos debajo de la superficie del suelo. Estas raíces adventicias se desarrollan en una red espesa de raíces fibrosas.

El tallo de la planta es robusto, formado por nudos y entrenudos; presenta de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras de 4 a 10 centímetros de ancho por 35 a 50 centímetros de longitud; tienen borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado. Desde el punto donde nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, la sección del tallo es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina que corona la planta.

El maíz es normalmente monoico, con inflorescencia terminal estaminada (panoja) o flor masculina; y flores femeninas pistiladas, ubicadas en yemas laterales (mazorcas); así, el maíz produce su rendimiento económico (grano) en ramificaciones laterales. Como resultado de esta separación de mazorca y panoja, y del fenómeno llamado protrandia en la floración, el maíz es una especie alógama (de polinización cruzada) y su tipo de inflorescencia ha permitido la producción de híbridos con alto potencial de rendimiento y amplia adaptación (Flores Deras 2011).

2.4. Taxonomía

Su clasificación taxonómica está bien estudiada (GBIF 2013)

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta Cronquist, Takhtajan y W.Zimmermann, 1966.*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales Small 1903*

Familia: *Poaceae Barnhart*

Género: *Zea Linnaeus, 1753*

Especie: *mays*

2.5. Clasificación racial del maíz

Según Acosta y Acosta (2009), la primera clasificación del maíz, de acuerdo con la variación dentro del grano, la hizo Sturtevant de manera artificial, basado en la textura o estructura del endospermo y consideró siete grupos:

Maíz tunicado: *Zea mays tunicata St.*, se considera uno de los tipos más primitivos de los maíces cultivados. Se caracteriza por presentar cada grano envuelto en su propia bráctea. No tiene valor comercial.

Maíz reventón: *Zea mays everta St.* Se caracteriza por presentar granos pequeños con endospermo cristalino, constituido preferentemente por almidón córneo. Es capaz de explotar cuando es sometido al calor. Da lugar a las llamadas cotufas o palomitas.

Maíz cristalino: *Zea mays indurata St.* Se caracteriza por presentar granos con endospermo vítreo duro, cristalino y translúcido, con almidón en su mayoría córneo.

Maíz amiláceo: *Zea mays amilácea St.* Se caracteriza por presentar granos con endospermo blando, suave amiláceo. En este grupo el maíz “Blanco Gigante del Cuzco” o “Blanco Imperial” es legado del imperio incaico, que causa la admiración por el gran tamaño de su grano y alto rendimiento.

Maíz dentado: *Zea maysidentata St.* Se caracteriza por presentar granos con endospermo formado con almidón córneo cristalino, tanto en su exterior como interior. Están coronados en la parte superior con almidón blando suave, que a la madurez origina una depresión central superior, debido a una mayor hidratación, dándole al grano la forma característica de diente.

Maíz dulce: *Zea mays saccharata St.* Se caracteriza por presentar maíces dulces y un grano completamente arrugado cuando están maduros. Posee un gen recesivo en el cromosoma 4, el cual impide la conversión de algunos azúcares solubles en almidón.

Maíz ceroso: *Zea mays ceratina Kul.* Se caracteriza por presentar aspecto ceroso en el endospermo. En el maíz normal o corriente, la molécula de almidón está compuesta por 75 % de amilopectina y 25 % de amilosa. En cambio, en el maíz ceroso, el almidón está constituido por 100 % de amilopectina, lo que origina un almidón de característica gomosa parecido al de yuca.

2.6. Ciclo del cultivo

Todas las plantas de maíz se desarrollan de la misma manera. Sin embargo, el tiempo entre etapas de crecimiento puede variar dependiendo del tipo de maíz, sus fechas de siembra, su localización, la altitud a la que se encuentra el maíz, etc. Normalmente, los maíces de altura tienen un ciclo de cultivo de 215 a 270 días desde la siembra hasta la cosecha, mientras que en la costa están alrededor de los 120 día (Yáñez et al. 2013).

2.7. Fenología del cultivo de maíz

El cultivo de maíz posee dos estados fenológicos (IITA 2012).

ESTADOS VEGETATIVOS

VE emergencia
V1 primera hoja
V2 segunda hoja
V3 tercera hoja
V(n) enésima hoja
VT Panoja

ESTADOS REPRODUCTIVOS

R1 sedas
R2 ampolla
R3 Grano lechoso
R4 Grano pastoso
R5 Dentado
R6 Madurez Fisiológica

Dentro del desarrollo de los estados fenológicos del maíz ocurren eventos importantes en ciertos estados, que se mencionan a continuación:

V3: El punto de crecimiento está bajo tierra, las bajas temperaturas pueden aumentar el tiempo entre la aparición de las hojas y el daño por helada en este estado tiene muy poco efecto en el crecimiento y en el rendimiento final.

V6: En este estado se recomienda completar la fertilización, puesto el sistema de raíces nodales está bien distribuido en el suelo. También es posible observar síntomas de deficiencias de macro o micro nutrientes.

V9: En este estado varias mazorcas rudimentarias ya se encuentran formadas, la panoja se desarrolla rápidamente en el interior de la planta. Además comienza una rápida acumulación de biomasa, absorción de nutrientes y agua que continuará hasta casi el término del estado reproductivo.

V12: Aquí se determina el tamaño potencial de mazorca y número potencial de óvulos por mazorca. Dado que se está formando el tamaño de la mazorca y número de óvulos, el riego y la nutrición son críticos.

V15: Es el estado más crucial para la determinación del rendimiento. Las hojas aparecen cada uno o dos días y las sedas están comenzando a crecer en las mazorcas superiores.

R1: El número de óvulos fertilizados se determina en este estado. Los óvulos no fertilizados no producen grano y mueren. El estrés ambiental en este momento afecta la polinización y cuaje, especialmente el estrés hídrico que deseca las sedas y los granos de polen. Además a partir del inicio de este estado hasta R5 se produce un rápido llenado del grano por lo que se presenta también ataque de gusano por lo que es necesario realizar controles.

R5: Los granos empiezan a secarse desde la parte superior donde se forma una capa blanca de almidón. El estrés y las heladas pueden reducir el peso de los granos. Llegando a R6 donde el grano alcanza su peso máximo y es cosechado (Guacho Abarca 2014).

2.8. Avances en el cultivo de maíz

El maíz es de una de las especies vegetales de mayor cultivo en el mundo y quizá unos de los legados más importantes dejados por las culturas indígenas de América. Este grano constituyó la base de la alimentación de los pueblos precolombinos y hoy es un componente fundamental en la alimentación humana y animal a nivel mundial.

En este sentido, el desarrollo de líneas, variedades y/o híbridos de doble propósito, es decir, grano para la alimentación humana y/o animal, mientras que sus residuos vegetales podrían ser usados como materia prima para generar calor y/o electricidad (quemados directamente) o ser fermentados para producir biocombustible, representan una gran alternativa de producción; además, incentivarán la reducción en la utilización de fertilizantes nitrogenados, lo cual repercutirá en la reducción de la contaminación del medio ambiente en general (Caicedo Villafuerte 2018)

El desarrollo de la semilla de maíz híbrido proporciona a los agricultores variedades que poseen características genéticas mejoradas, como el alto potencial de

rendimiento y combinaciones de caracteres únicas para combatir las enfermedades y condiciones de cultivo adversas (MacRobert et al. 2015); para esto, se debe seleccionar líneas puras con un alto nivel de homocigosis y la pureza genética y los estándares de uniformidad de las líneas parentales deben ser cuidadosamente observadas y mantenidas (Paliwal et al. 2001).

2.8.1. Mejoramiento genético del maíz.

Se conoce más acerca de la planta de maíz que otra planta cultivada, debido a sus características entre las que se destacan:

- a) una gran facilidad para autofecundar las plantas y realizar cruzamientos dentro y entre poblaciones.
- b) una abundante descendencia por cada polinización.
- c) un ciclo relativamente corto.
- d) un gran número de variantes hereditarias fácilmente detectables.
- e) un pequeño número de cromosomas (Bolaños Alomia 1999).

2.8.2. Producción de semilla de maíz híbrido

La producción de semilla de maíz híbrido requiere que se crucen, de forma deliberada, una población de progenitores hembra con un progenitor macho, en parcelas aisladas. Así, la identidad y la ubicación en el campo de las dos poblaciones progenitoras determinan el resultado de la producción desde su inicio. Cada variedad híbrida consiste en una combinación específica de una progenitora hembra (que produce la semilla) y un progenitor macho (que produce el polen). El manejo en campo de estos progenitores es también muy importante y requiere estar atentos para sembrar en el momento justo, eliminar las plantas atípicas, quitarle las espigas a las hembras antes de que produzcan polen, cosechar por separado la semilla hembra, y desgranar y procesar con cuidado la semilla a fin de mantener su calidad. El éxito de este proceso depende de la secuencia en que se realiza, pues cualquier error que se cometa en las primeras etapas

del mismo tendrá un efecto significativo en las siguientes, y un error o un problema grave puede llevar al fracaso total o al rechazo del cultivo (MacRobert et al. 2015).

Los componentes básicos de los híbridos de maíz son las líneas endogámicas. Éstas son el resultado de la autopolinización repetida de ciertas poblaciones de maíz con el fin de producir plantas que tienen una configuración genética fija y uniforme. En consecuencia, todas las plantas de una línea endogámica específica son idénticas, pero la configuración genética de cada línea endogámica es diferente de la de las otras líneas endogámicas. Debido a que el maíz normalmente se poliniza de forma cruzada, las líneas endogámicas generalmente son más pequeñas, menos vigorosas y menos rendidoras que las plantas de maíz de polinización libre, debido a un fenómeno denominado “depresión endogámica”. Sin embargo, cuando dos líneas endogámicas no emparentadas son cruzadas para formar un híbrido, la semilla que resulta produce plantas de renovado vigor y con un rendimiento significativamente mayor que el de cualquiera de los dos progenitores. Esto se conoce como “vigor híbrido”, el cual robustece a los híbridos y hace que éstos sean útiles para los agricultores (MacRobert et al. 2015).

2.8.1.1. Híbridos convencionales

Son aquellos que involucran solamente líneas endogámicas. Las líneas pueden estar en cualquier grado de endocria con un rango de endogamia de alto a parcial. Considerando el número de líneas que intervienen en la estructura del híbrido, según Ramírez (2006), estos pueden clasificarse en:

Híbrido simple: Es aquel que se obtiene cruzando dos líneas puras ($A \times B$) (Aldrich y Leng 1974) como se muestra en la figura 1.

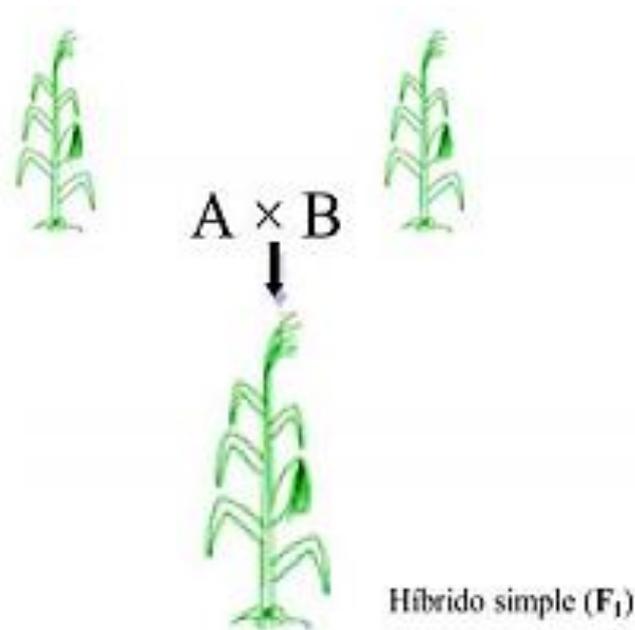


Figura 1: Diseño de un híbrido simple ($A \times B$)

Híbrido doble: Se obtiene del cruzamiento entre 2 híbridos simples. Por tanto en su composición intervienen cuatro líneas puras diferentes, estos tipos de híbridos ya no se usan en la actualidad debido a que un híbrido simple presenta mayor rendimiento y resultan más económicos en su obtención comparados con los híbridos dobles $(A \times B) \times (C \times D)$.

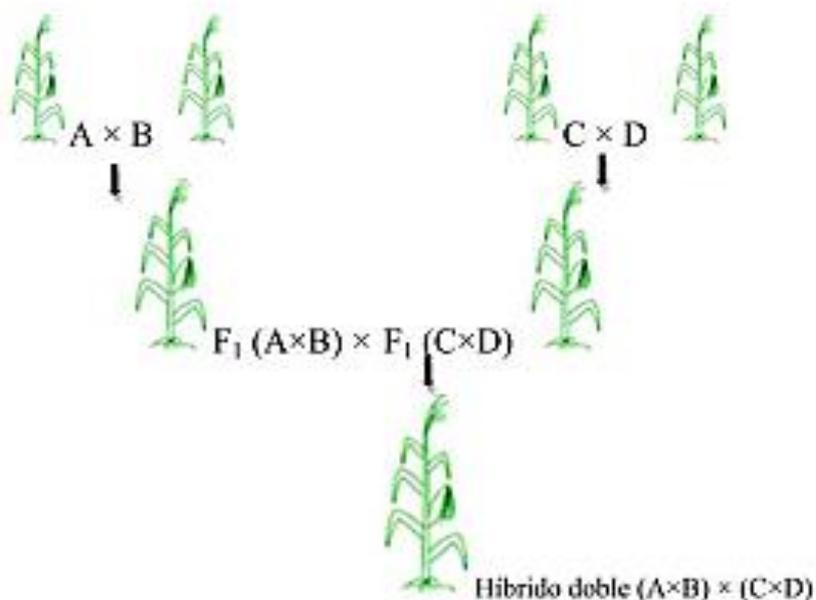


Figura 2: Diseño de híbridos dobles $(A \times B) \times (C \times D)$

Híbrido triple: Es el resultado del cruzamiento de un híbrido simple, como parental femenino, y una línea pura como macho. El menor costo de semilla es una ventaja que posee éste híbrido. Estos híbridos tienden a ser más uniformes y a tener un rendimiento ligeramente superior que los híbridos dobles. Como el híbrido triple, tiene mayor plasticidad y menor variabilidad que el simple, se siembra en menor proporción (Jugenheimer 1981)

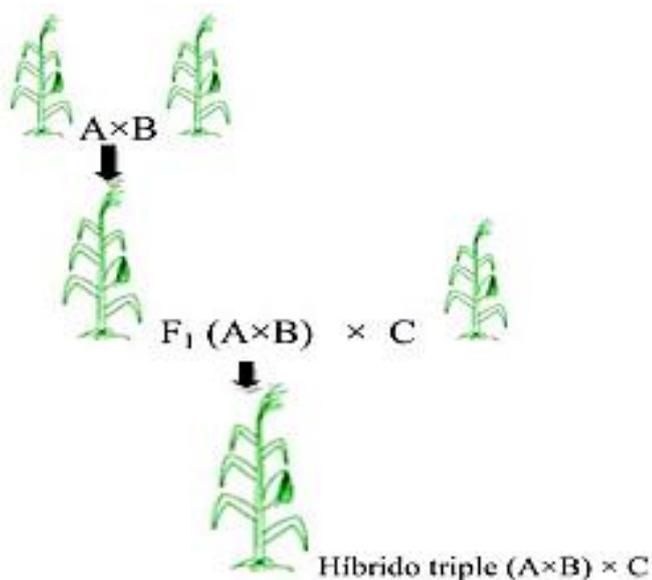


Figura 3: Diseño de híbridos triples: $(A \times B) \times C$

2.9. Caracterización de la variabilidad

Una caracterización incluye la descripción morfológica básica de las accesiones, identificación, clasificación, contaminación de semillas, etc. Usualmente es ejecutada en el tiempo de la generación o incremento de la semilla. Para la caracterización se toma en cuenta los descriptores cualitativos (color y textura del grano, color de planta, etc.), y aquellos descriptores cuantitativos que son muy poco influenciados por el ambiente (altura de la planta, número de hojas por planta, número de ramificaciones de la espiga, etc.). La evaluación se la realiza en el espacio y en el tiempo, por lo tanto requiere evaluar varias veces en distintos sitios un mismo material. Los datos de caracterización son constantes por eso bastará con una sola caracterización del material (Tapia Bastidas 1998).

Se diferencia dos niveles en un estudio de variabilidad; los detectables de manera visual (morfología, arquitectura, relacionado con manejo agronómico y producción, reacciones a estímulos del ambiente) y, aquellos que no se detectan a simple vista (molecular) (Franco 2003).

2.9.1. Objetivos de una caracterización

Franco e Hidalgo (2003) establecen 5 objetivos principales de una caracterización:

- Medir la variabilidad genética de un grupo en estudio
- Establecer la representatividad de una colección
- Investigar la estructura genética
- Identificar los porcentajes de duplicidad
- Identificar genes especiales o alelos particulares

2.9.2. Uso de los descriptores para la caracterización

Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de las accesiones debido a que ayudan a su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de los datos. Estos descriptores han sido definidos para un gran número de especies cultivadas (Franco 2003)

2.9.3. Tipos de descriptores

Según (Franco 2003), los tipos de descriptores usados en caracterizaciones son:

De pasaporte. Proporcionan información de registro en el banco de germoplasma y cualquier otra información de identificación.

De manejo. Incluyen fecha de multiplicación, cantidades de semillas disponibles, porcentajes de viabilidad.

Del sitio y el medio ambiente. Describen los parámetros específicos presentes en un ambiente.

De caracterización. Permiten discriminar los fenotipos; son caracteres heredables que pueden ser detectados a simple vista y expresados de igual manera en todos los ambientes. Hoy en día se incluyen descriptores relacionados con marcadores moleculares.

De evaluación. Dependen del ambiente, por lo que requieren métodos experimentales para su evaluación. En este tipo de descriptores se incluyen caracteres agronómicos, bioquímicos y citológicos.

2.9.3.1. Descriptores de caracterización

La caracterización de las colecciones de germoplasma es un paso fundamental dentro del manejo de colecciones pues permiten conocer el germoplasma morfológicamente y así poder depurar u organizar los materiales y sobre todo identificar genotipos valiosos para ser usados directamente o utilizarlos en programas de mejoramiento genético. Por lo tanto es vital tener información disponible de cada material, sobre caracteres cualitativos y cuantitativos de importancia actual o futura (Tapia Bastidas 1998).

La caracterización morfológica permite determinar la variabilidad genética dentro de las accesiones en especial los descriptores de disposición de arquitectura de planta. Los tipos de caracteres utilizados para caracterizar la diversidad genética son numerosas pero tradicionalmente se ha utilizado las variaciones morfológicas relacionadas especialmente con el hábito de crecimiento (altura total), tamaño (longitud, ancho, grosor), forma (redonda, ovalado, plano) y color de la semilla (amarilla, anaranjada, etc) (Pinilla et al. 2011, Guacho Abarca 2014).

. De esta manera, se podrá conocer el nivel de variación genética que existe dentro de especie y el potencial que presentan algunos de los materiales de la colección de germoplasma para que sean incorporados en un programa de mejoramiento genético.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en la época lluviosa del 2019 en el Programa de Maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicado en el km 5 de la vía Quevedo-El Empalme, perteneciente al cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, con coordenadas geográficas de 01°27'27" de latitud sur y 79°27'42" de longitud occidental, con un suelo de tipo arcilloso a una altura de 120 msnm.

3.2. Material genético

El material genético para la siembra fueron dos líneas endogámicas de maíz CML-172 y L-21-3-1-1 COM 2, progenitores masculino y femenino de un híbrido simple promisorio, además del cruce de ambas líneas.

3.3. Origen de las líneas:

La línea CML-172 fue introducida al programa de maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) en el año 2004 proveniente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), es una línea pura con más del 97% de homocigocis, posee un grano de textura semicristalino y es de color amarillo.

El progenitor femenino L-21-3-1-1 COM 2, es una línea nacional, obtenida en el Programa de Maíz de la EETP, proveniente de una población de maíz formada por individuos de diferentes fuentes de germoplasma, es de textura cristalina y color amarillo.

El origen del híbrido es la F₁ del cruce de las dos líneas endogámicas descritas anteriormente, que han sido sometidas a un proceso de mejoramiento.

Cuadro 1. Principales características agronómicas de dos líneas endogámicas y de un híbrido simple de maíz.

Características agronómicas	L-21-3-1-1 COM 2	CML-172	Hibrido promisorio
Ciclo vegetativo (Días)	120	120	120
Flor femenina (Días)	62	68	60
Flor masculina (Días)	64	66	64
Altura de planta (cm)	220	200	280
Rendimiento (t.ha⁻¹)	4.3	2.3	9.3

Fuente: Programa de maíz (INIAP 2013)

3.4. Caracteres evaluados

Las características agronómicas y morfológicas que se registraron de dos líneas endogámicas de maíz y el cruce de ambas se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características agronómicas y morfológicas evaluadas en dos líneas endogámicas de maíz y el híbrido promisorio durante la época lluviosa 2019, en la EET-Pichilingue.

Órgano de la planta	Características
Tallo	Altura
	Color
	Ancho
	Grosor
Hojas	Días a la germinación
	Número total de hojas
	Longitud de la hoja
	Ancho de la hoja
	Número de hojas arriba de la mazorca
	Cantidad de follaje

	Severidad de enfermedades
	Días a la senescencia de la hoja
Inflorescencia masculina	Longitud del pedúnculo de la espiga
	Longitud de la parte ramificada de la espiga
	Número de ramificaciones de la espiga
	Longitud de la espiga
	Tipo de espiga
	Días al 50% de la floración masculina*
Inflorescencia femenina	Altura de inserción de la mazorca
	Días al 50% de la floración femenina
	Número de bracteas
	Pubescencia de la vaina foliar
	Mazorcas por planta
	Cobertura de la mazorca
	Daño de la mazorca
	Diámetro de la mazorca
	Peso de la mazorca
	Longitud de la mazorca
	Forma de la mazorca
	Número de hileras de granos
	Disposición de hileras de grano
	Diámetro de la tusa
	Longitud de tusa
	Peso de tusa
Color de la tusa	
Grano	Color del grano
	Tipo de grano
	Forma de la superficie del grano
	Longitud
	Ancho
	Grosor
	Peso de 1000 semillas

Fuente: Programa de maíz (INIAP 2018)

3.5. Análisis estadístico

a. Caracteres cualitativos

Para determinar la variabilidad de caracteres morfológicos cualitativos, se empleó la frecuencia que es un parámetro estadístico que nos indica el porcentaje que una determinada característica, se repite dentro de un conjunto de muestras analizadas.

b. Caracteres cuantitativos

En cuanto a los caracteres cuantitativos, se determinó la variabilidad morfológica utilizando parámetros estadística básica como: promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

El promedio refleja el valor medio de un conjunto de datos, la desviación estándar se la define como la raíz cuadrada de la varianza estadística del parámetro que indica el grado de dispersión entre los valores de las muestras analizadas y el coeficiente de variación es el valor más adecuado que nos permite comparar la variabilidad que existe entre un conjunto de datos (NOROÑA, 2008).

El coeficiente de variación se determinó, empleando la fórmula que se describe a continuación, que utiliza valores de desviación estándar y promedio y cuyo valor es expresado en porcentaje (%).

$$CV = \frac{S^2}{\bar{x}} * 100$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación.

S² = Cuadrado de la varianza (Desviación estándar)

x = Promedio.

3.6. Características del área experimental

Longitud de hilera	5 m
Distancia entre hileras	0,80 m
Distancia entre sitios	0,20 m
Sitios por hilera	25
Semillas por sitio	1
Hileras útiles por parcela	20
Superficie útil por parcela	80 m ²
Área total	240 m ²
Área total del experimento	300 m ²
Densidad poblacional	62.500 pl/ha

3.7. Manejo del ensayo

3.7.1. Preparación del suelo

Los terrenos donde se efectuó las siembras fueron preparados mecánicamente con un pase de arado y dos de rastra (anexo 1).

3.7.2. Semilla y siembra

La semilla provino del banco de germoplasma del programa de maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. La siembra fue en forma manual, colocando 1 semillas por sitio cada 20 cm para los 3 materiales (anexo 2 y 3).

3.8. Control fitosanitario.

3.8.1.1. Control de malezas.

Inmediatamente después de la siembra, se aplicó al suelo mediante aspersión, una mezcla de 1.5 kg.ha⁻¹ de Atrazina, 1.5 l.ha⁻¹ de Pendimetalina, 1.5 l.ha⁻¹ de Paraquat (anexo 4).

El control pos-emergente de malezas se realizó de manera química y manual a los 20 y 40 días después de la siembra (anexo 5).

3.8.1.2. Control de insectos

Se aplicó Clorpirifos en una dosis de 1 l.ha⁻¹, dirigido al suelo, después se realizó aspersiones al follaje alternadas, utilizando Spinetoran 0,10 l.ha⁻¹ a los 15 días después de la siembra y Benzoato de emamectina 20 g.ha⁻¹ a los 35 días después de la siembra, finalmente se realizó la aplicación de Chlorantraniliprole 200 g.ha⁻¹ al cogollo de la planta a los 40 dds (anexo 10).

3.9. Fertilización

Los lotes experimentales recibieron una fertilización química, de acuerdo al manejo que realiza el Programa de maíz de la EET-Pichilingue 184 kg N, 46 kg P₂O₅ y 60 kg K₂O, esto basada en un cuadro donde especifica que son 8 sacos de N, 2 sacos de P₂O y dos sacos de K₂O. La fertilización fosfórica y potásica fue aplicada en bandas laterales a los 8 dds. En tanto a la fertilización nitrogenada, fue fraccionada en tres partes iguales, a los 15, 30 y 45 dds. A nivel foliar se aplicara fertilizante foliar en dosis de 1 l.ha⁻¹ a los 15 y 35 dds (anexo 11).

3.10. Cosecha manual

Se realizará después de la madurez fisiológica, en forma manual aproximadamente a los 120 días después de la siembra (anexo 12). En este proceso se seleccionará las mejores mazorcas, con buenas características: calidad de grano y sin pudrición; luego se desgranará y se preparan las semillas para su posterior evaluación.

3.11. Variables a estudiarse

3.11.1. Descriptores cualitativos en estudio

3.11.1.1. Color del tallo (CT)

Se identificó los colores del tallo ordenados por su frecuencia; este dato se determinó por observación directa en el momento de la floración, en 20 plantas al azar (IBPGR 1991).

Calificación	Valor
Verde	1
Rojo sol	2
Rojo	3
Morado	4
Café	5

3.11.1.2. Pubescencia de la vaina foliar (PVF)

Se evaluó al momento de la floración, y se observó la pubescencia foliar que recubre la mazorca superior de 20 plantas al azar, asignando valores (IBPGR 1991) de:

Calificación	Valor
Escasa	3
Intermedia	5
Densa	7

3.11.1.3. Cantidad de follaje (CF)

Se determinó la superficie foliar, después del estado lechoso, esta observación se realizó en 20 plantas tomadas al azar, siguiendo la escala (IBPGR 1991).

Calificación	Valor
Escasa	3
Intermedia	5
Densa	7

3.11.1.4. Enfermedad foliar (EF)

Se registró a los 40 o 50 días después de la floración femenina y se identificó la severidad de infección de acuerdo a la escala (CIMMYT 1986).

Calificación	Valor
Infección débil	1
Infección ligera	2
Infección moderada	3
Infección severa	4
Infección muy severa	5

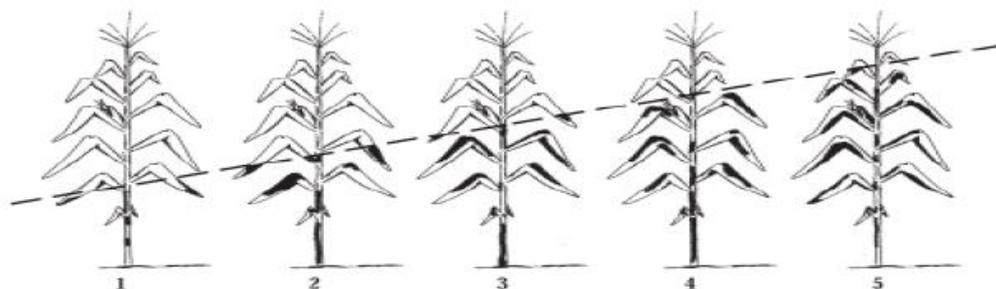


Figura 4. Escala de evaluación de enfermedades

Las enfermedades foliares evaluadas fueron:

Tizón foliar	(<i>Helminthosporium</i>	<i>maydis</i>)
Roya	(<i>Pucciniasorghii</i>)	
Mancha por curvularia	(<i>Curvularia lunata</i>)	
Cinta roja	(<i>Spiroplasma</i>	<i>kunkelli</i>)
Diplodia	(<i>Diplodia sp</i>)	

3.11.1.5. Tipo de espiga (TE)

Se evaluó en estado lechoso, con la siguiente escala:

Calificación	Valor
--------------	-------

Primaria	1
Primaria-secundaria	2
Primaria-secundaria-terciaria	3

3.11.1.6. Cobertura de la mazorca (CMZ)

Este dato se registró un mes antes de la cosecha, utilizando la escala de 1 a 5 propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CYMMYT 1986).

Calificación	Valor
Excelente	1
Regular	2
Punta expuesta	3
Grano expuesto	4
Completamente inaceptable	5

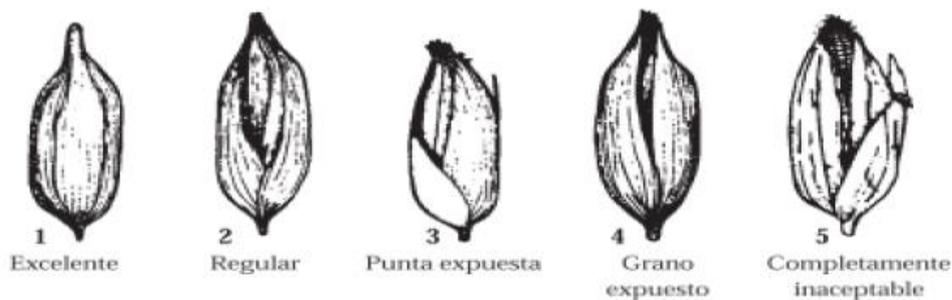


Figura 5: Escala de evaluación de cobertura de la mazorca

3.11.1.7. Forma de la mazorca (FMZ)

Se realizó la evaluación al momento de la cosecha, dentro de cada parcela y se anotó la forma a la que corresponda de acuerdo a la escala (IBPGR 1991).

Calificación	Valor
--------------	-------

Cilíndrica	1
Cilíndrica-cónica	2
Cónica	3
Alargada	4

3.11.1.8. Daño de la mazorca (DMZ)

Se evaluó el grado de daño a la mazorca por pudrición (figura 6), insectos, etc. propuesta por la siguiente escala de 1 a 5 (CIMMYT 1986).

Calificación	Valor
Muy bueno	1
Bueno	2
Regular	3
Mala	4
Muy mala	5

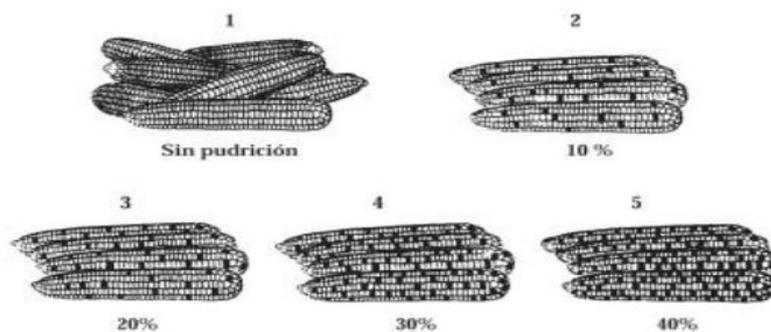


Figura 6. Escala de evaluación del grado de daño a la mazorca

3.11.1.9. Disposición de hileras de grano (DHG)

Se realizó al momento de la cosecha, usando la mazorca más alta y se identificó la principal tendencia como se muestra en la figura 7 (IBPGR 1991).

Calificación	Valor
--------------	-------

Regular	1
Irregular	2
Recta	3
En espiral	4

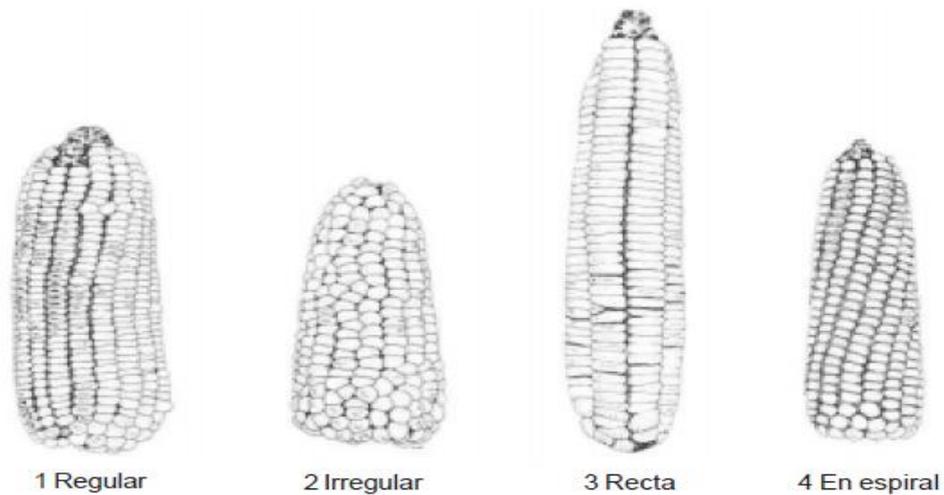


Figura 7: Disposición de la hileras de grano en la mazorca

3.11.1.10. Color de tuza (olote) (CLT)

La identificación respectiva de color de la tusa se realizó al momento del desgrane de las 20 mazorcas seleccionadas, según descriptores propuestos por el CYMMYT (CYMMYT, 1986).

Calificación	Valor
Blanco	1
Rojo	2
Café	3
Morado	4
Japeado	5
Otros	6

3.11.1.11. Tipo de grano (TGR)

Se determinó al momento de la cosecha tomando en cuenta la siguiente escala propuesta (CIMMYT 1986).

Calificación	Valor
Harinoso	1
Morocho	2
Dentado	3
Semidentado	4
Semicristalino	5
Cristalino	6
Reventador	7
Dulce	8
Opaco 2	9
Tunicado	10
Ceroso	11
Otros	12

3.11.1.12. Color del grano (CGR)

Se realizó al momento de la cosecha dentro de cada parcela neta y al final se determinó los colores primarios, de acuerdo a la siguiente escala (IBPGR 1991).

Calificación	Valor
Blanco	1
Amarillo	2
Morado	3
Jaspeado	4
Café	5
Anaranjado	6
Moteado	7

Capa blanca	8
Rojo	9
Ceroso	10
Azul	11
Azul oscuro	12

3.11.1.13. Forma de la superficie del grano (FSG)

Se observó la forma predominante de los granos de la parte central de la mazorca, de acuerdo a la escala propuesta (CIMMYT 1986).

Calificación	Valor
Contraído	1
Dentado	2
Plano	3
Redondo	4
Puntiagudo	5
Muy puntiagudo	6



Figura 8. Forma de la superficie del grano

3.11.2. Descriptores cuantitativos en estudio

3.11.2.1. Días a la emergencia (DE)

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las semillas emerjan (IBPGR, 1991).

3.11.2.2. Días a la floración masculina (DFM)

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada parcela presenten liberación de polen (IBPGR, 1991).

3.11.2.3. Días a la floración femenina (DFF)

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas de cada parcela presenten los estigmas expuestos, con un tamaño de 2cm de largo (IBPGR, 1991).

3.11.2.4. Días a la senescencia de la hoja

Número de días desde la siembra hasta que se ha secado la hoja de la mazorca del 50% de las plantas, para el momento esta variable la hoja de la mazorca presentó un ligero amarillamiento (anexo 13) (IBPGR 1991).

3.11.2.5. Altura de planta (AP)

Se evaluó en 20 plantas tomadas al azar de la parcela, y se realizó la medición desde la base de la planta hasta el punto donde la espiga (anexo 14), este valor se registró en centímetros un mes antes de la cosecha (IBPGR 1991).

3.11.2.6. Altura de la mazorca (AMZ)

La medición se realizó desde la base de la planta, hasta el nudo de inserción de la mazorca superior (anexo 15). Este valor se registró en centímetros un mes antes de la cosecha, en 20 plantas tomadas al azar de cada parcela (IBPGR 1991).

3.11.2.7. Ancho de tallo (AT)

Para medir este indicador se empleó un calibrador (anexo 16); donde se registró datos de 20 plantas evaluadas en el momento de la floración.

3.11.2.8. Grosor de tallo (GT)

Para medir este indicador se empleó un calibrador (anexo 17); donde se registró datos de 20 plantas evaluadas en el momento de la floración.

3.11.2.9. Número total de hojas por planta (NHP)

Se contabilizó el número existentes de hojas en una planta incluyendo las bajas (anexo 18). Esta actividad se realizó en 20 plantas tomadas al azar y se registró el promedio (IBPGR 1991).

3.11.2.10. Número de hojas arriba de la mazorca (NHAM)

Se contabilizó el número existentes de hojas en una planta, a partir de la inserción de la mazorca hasta el pedúnculo de la espiga. Esta actividad se realizó en 20 plantas tomadas al azar y se registró el promedio (IBPGR 1991).

3.11.2.11. Longitud y ancho de la hoja (LGH, ANH)

Para determinar la longitud se realizó la medición de la hoja que sobresale de la mazorca más alta, desde la lígula hasta el ápice de la hoja. Esta actividad se realizó en 20 plantas tomadas al azar y se registró el promedio en centímetros (IBPGR 1991).

Para determinar el ancho se realizó la medición en las mismas hojas de las plantas utilizadas para determinar la longitud, en este caso la medición se la hizo en el punto medio de la hoja (anexo 19). Se registró el promedio en centímetros (IBPGR 1991).

3.11.2.12. Número de ramificaciones por espiga

Promedio de las mismas 20 plantas. Número de ramificaciones existentes por espiga (IBPGR 1991).

3.11.2.13. Longitud de la espiga (LGE)

Se medirá la distancia en centímetros, entre la primera ramificación y la última rama primaria en 20 plantas tomadas al azar, después del estado lechoso (IBPGR 1991).

3.11.2.14. Longitud del pedúnculo de la espiga (LPE)

Promedio de 20 plantas, tomada desde la hoja bandera de la planta hasta el comienzo del área ramificada de la espiga (IBPGR 1991).

3.11.2.15. Longitud de la parte ramificada de la espiga (LGR)

Promedio de las 20 plantas, tomando desde la primera y las últimas ramificaciones de la espiga (IBPGR 1991).

3.11.2.16. Número de brácteas

En forma manual se procedió al conteo de las brácteas por material de estudio.

3.11.2.17. Longitud de la mazorca (LGM)

Se midió la mazorca desde la base, en su inserción con el pedúnculo, hasta su ápice (anexo 20). Esta actividad se realizó al momento de la cosecha, en 20 mazorcas seleccionadas al azar y se registró el promedio en centímetros (IBPGR 1991).

3.11.2.18. Diámetro de la mazorca (DMM)

Se midió con un calibrador en la parte central de la mazorca (anexo 21). Esta actividad se realizó al momento de la cosecha en 20 mazorcas seleccionadas al azar y se registró el promedio en centímetros (IBPGR 1991).

3.11.2.19. Peso de la mazorca (PM)

Se pesó la mazorca después de ser cosechada y deshojada (anexo 22). Esto se realizó en cada mazorca una por una (IBPGR 1991).

3.11.2.20. Número de hileras de granos por mazorca (NHG)

Se contabilizó el número hileras de granos de 20 mazorcas, después de la cosecha y se registró el valor promedio (IBPGR 1991).

3.11.2.21. Peso de la tusa (PT)

Se pesó la tusa u olote (anexo 23), de cada una de las muestras (IBPGR 1991).

3.11.2.22. Longitud de la tusa (olote) (LGT)

Se midió desde la base de la mazorca hasta el ápice de la misma (anexo 24).

3.11.2.23. Diámetro de la tusa (olote) (DMT)

Se midió con un calibrador en la parte central de la tusa (anexo 25). Esta actividad se realizó en el momento del desgrane de 20 mazorcas seleccionadas al azar y se registró el promedio en centímetros (IBPGR 1991).

3.11.2.24. Peso de 1000 granos (PMG)

Esta variable se determinó después de la cosecha, desgranando 20 mazorcas y se registró el peso de 1000 granos y el valor lo expresamos en gramos (anexo 26) (IBPGR 1991).

3.11.2.25. Longitud del grano (LGGR)

Se midió la longitud de 20 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de una mazorca (anexo 27) y se registrará el valor promedio en centímetros (IBPGR 1991).

3.11.2.26. Ancho del grano (AGR)

Se midió el ancho de 20 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de una mazorca y se registró el valor promedio en centímetros (anexo 28) (IBPGR 1991).

3.11.2.27. Grosor del grano (GGR)

Se midió con un calibrador el grosor de 20 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de una mazorca y se registró el valor promedio en milímetros (anexo 29) (IBPGR 1991).

3.11.2.28. Rendimiento (t.ha⁻¹) (R)

El rendimiento será evaluado al momento de la cosecha en seco, donde se determinará valores de la humedad en campo y peso de mazorcas total por unidad experimental. Con los datos registrados se utilizó la formula descrita a continuación, que determina el rendimiento ajustado al 14 % de humedad.

$$R = \frac{(PC * D * MS)}{(AP * 86)} * 1000$$

Dónde:

PC = Peso de campo en kg

D = % de desgrane expresado en forma decimal

MS = Materia seca (100 - % de humedad) en forma decimal

AP = Área de la parcela neta

4. RESULTADOS

4.1. Caracteres Cualitativos de las líneas elites y del híbrido promisorio

En el cuadro 3, se muestra las características cualitativas evaluadas en las dos etapas vegetativa y reproductiva, en la etapa vegetativa lo que fue a nivel foliar y en la etapa reproductiva a nivel de floración y producción. Para este análisis se utilizó tablas de frecuencia tal como se describió en el análisis estadístico.

Cuadro 3. Características cualitativas de las dos líneas elites y el híbrido promisorio de maíz amarillo duro desarrollado en la EET-Pichilingue.

Órgano de la planta	Características	L-21-3-1-1 COM 2	CML-172	Híbrido promisorio
Tallo	Color	Verde	Verde	Verde
Hoja	Cantidad de follaje	Intermedia	Escasa	Densa
	Severidad de enfermedades	Infección moderada	Infección moderada	Infección moderada
Inflorescencia masculina	Tipo de espiga	Primaria-secundaria	Primaria-secundaria y terciaria	Primaria-secundaria y terciaria
Inflorescencia femenina	Pubescencia de la vaina foliar	Escasa	Escasa	Escasa
	Cobertura de la mazorca	Excelente	Excelente	Excelente
	Calidad de la mazorca	Muy bueno	Bueno	Muy bueno
	Forma de la mazorca	Cilíndrica	Cilíndrica - cónica	Cilíndrica - cónica
	Disposición de hileras de grano	Regular	Irregular	Irregular
	Color de la tusa	Blanco	Blanco	Blanco
Grano	Color del grano	Anaranjado	Amarillo	Anaranjado
	Tipo de grano	Semicristalino	Semidentado	Semicristalino
	Forma de la superficie del grano	Dentado	Plano	Dentado

4.2. Caracteres cualitativos en el parental femenino L-21-3-1-1 COM-2

- **Etapa vegetativa (nivel foliar)**

En la tabla 1, a nivel foliar se pudo determinar que el 100% de las plantas evaluadas presentaron: color verde en el tallo, pubescencia escasa y cantidad del follaje intermedia.

En la tabla 2, se puede observar que las enfermedades *Curvularia sp.* y *Helminthosporium maydis* obtuvieron una media de 2,3 y 2,5, lo que significa que según la escala del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) del 1 al 5, este material presentó una infección ligera. Con respecto a *Cescohrpora sp.*, Roya y Diplodia presentaron medias menores a 2 que según la escala este material presentó una infección débil. Cinta roja fue la única enfermedad que no presentó sintomatología alguna.

- **Etapa reproductiva (floración).**

En el caso del tipo de espiga del 100%, el 70% presentaron espiga primaria-secundaria-terciaria, el 15% primaria-secundaria y el 15% primaria.

Evaluando a nivel de mazorca, la cobertura de mazorca fue en un 50% excelente, 45% regular y un 5% mala, su forma fue 80% cilíndrica-cónica y 20% cilíndrica, en la calidad de la mazorca se logró determinar 50% muy bueno, 30% bueno, 10% regular, 5% mala y 5% muy mala, la disposición de las hileras en un 75% regular, 10% irregular, 10% recto y 5% en espiral con un color de tusa el 100% presentaron color blanco.

- **Etapa reproductiva (producción de grano).**

En las características del grano, el 100% presentó color anaranjado y semicristalino, la superficie del grano se presentó un 10% contraído, 30% dentado, 45% plano y 15% redondo.

Tabla 1. Características cualitativas evaluadas en el parental femenino L-21-3-1-1 COM-2 durante la época lluviosa de la EET-Pichilingue.

Descriptores		Nª de planta																				FA	FR	FAA	Porcentaje
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Color del tallo	1. Verde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1,00	20	100%
	2. Rojo sol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	4. Morado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Café	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Pubescencia de la vaina foliar	3. Escasa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	20	1,00	20	100%
	5. Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	7. Densa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Cantidad Follaje	3. Escasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Intermedia	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20	1,00	20	100%
	7. Densa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Tipo de espiga	1. Primaria	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0,15	3	15%
	2. Primaria-secundaria	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,15	6	15%
	3. Primaria-secundaria Terciaria	0	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	14	0,70	20	70%
Cobertura de la mazorca	1. Excelente	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	10	0,50	10	50%
	2. Regular	0	2	2	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	9	0,45	19	45%
	3. Punta expuesta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,05	20	5%
	4. Grano expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Completamente Inaceptable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Forma de mazorca	1. Cilíndrica	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4	0,20	4	20%
	2. Cilíndrica -	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	0	2	2	2	2	2	0	16	0,80	20	80%

	10. Tunicado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	11. Ceroso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	12. Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Color de grano	1. Blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	2. Amarillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Morado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	4. Jaspeado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Café	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	6. Anaranjado	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	20	1,00	20	100%
	7. Moteado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	8. Capa blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	9. Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	10. Ceroso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	11. Azul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	12. Azul oscuro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Superficie del grano	1. Contraído	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0,10	2	10%	
	2. Dentado	2	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0,30	8	30%	
	3. Plano	0	3	3	0	0	0	3	3	3	0	0	3	3	0	0	3	0	0	3	0	9	0,45	17	45%
	4. Redondo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	4	0	0	0	3	0,15	20	15%
	5. Puntigudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	6. Muy puntigudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%

***FA**: frecuencia absoluta, que es el número de veces que aparece un valor.

***FR**: frecuencia relativa, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de un determinado valor entre el número total de datos.

***FAA**: frecuencia acumulada, la suma de frecuencias absolutas de todos los valores iguales o inferiores al valor considerado.

Tabla 2. Promedios de la evaluación de enfermedades en la línea L-21-3-1-1 COM-2 durante la época lluviosa en la EET-Pichilingue.

Enfermedades	Número de planta																				Σ	X	D.E.	CV	Mín	Máx	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							n
<i>Helminthosporium maydis</i>	3	2	1	1	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	20	44	2,3	0,7	29	1	3
<i>Curvularia sp.</i>	2	3	2	2	2	3	3	4	2	3	2	3	2	3	4	2	2	2	2	2	20	50	2,5	0,7	28	2	4
<i>Cescoprpora sp.</i>	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	2	20	37	1,9	0,5	26	1	3
<i>Roya</i>	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	20	25	1,3	0,4	36	1	2
<i>Cinta Roja</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodia</i>	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	20	33	1,7	0,6	36	1	3

* Σ : Sumatoria, la suma de todos los valores evaluados.

*X: Media es el valor promedio de las muestras.

*D.E.: Desviación estándar, es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media.

*CV: Coeficiente de variación, se obtiene de dividir la desviación típica entre el valor absoluto de la media del conjunto.

*Mín.: el menor de los elementos de un cierto conjunto.

*Max.: el mayor de los elementos de un cierto conjunto.

4.3. Caracteres cualitativos en el parental masculino CML-172

- **Etapa vegetativa (nivel foliar)**

En la tabla 3, los descriptores como, el color verde del tallo, pubescencia escasa, cantidad del follaje obtuvieron el 100% en las plantas evaluadas.

En la tabla 4, la línea CML-172 constituida como parental masculino muestra una media de 3 para *Curvularia sp.* seguido por *Helminthosporium maydis* con una media de 2,9 y por ultimo *Cescoprpora sp.* con 2,4, lo que significa que este material obtuvo una infección ligera a moderada, siendo más susceptible a estas enfermedades. Con lo que respecta a *Diplodia* presentó valores menores a 2 y Cinta roja no presento sintomatología alguna.

- **Etapa reproductiva (floración).**

El tipo de espiga que presentó fue de tipo primaria-secundaria-terciaria en un 100% de las plantas evaluadas, la cobertura de mazorca fue en un 50% regular, 30% excelente y 20% punta expuesta, su forma fue 60% cilíndrica, 30% cilíndrica-cónica, 10% cónica, en la calidad de la mazorca se logró determinar en un 40% muy bueno, 20% bueno, 30% regular, 5% mala y 5% muy mala, la disposición de las hileras en un 55% irregular, 40% recto y 5% regular, el color de tusa el 100% presentaron color blanco

- **Etapa reproductiva (producción de grano).**

En las características del grano, el 100% presentó color amarillo y semicristalino, la superficie del grano se presentó un 45% plano, 30% dentado, 15% contraído y 15% redondo.

Tabla 3. Variables cualitativas evaluadas en la línea CML-172 (parental masculino), evaluadas en la época lluviosa de la EET-Pichilingue.

Descripciones		N° de planta																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	FA	FR	FAA	Porcentaje
Color del tallo	1. Verde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1,00	20	100%
	2. Rojo sol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	4. Morado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Café	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Pubescencia	3. Escasa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	20	1,00	20	100%
	5. Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	7. Densa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Cantidad Follaje	3. Escasa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	20	1,00	20	100%
	5. Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	7. Densa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Tipo de espiga	1. Primaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	2. Primaria-secundaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Primaria-Secundaria-Terciaria	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	20	1,00	20	100%
Cobertura de la mazorca	1. Excelente	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	0,30	6	30%
	2. Regular	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2		2	2	0	0	0	2	2	10	0,50	16	80%
	3. Punta expuesta	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	4	0,20	20	20%
	4. Grano expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Completamente. Inaceptable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Forma de	1. Cilíndrica	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	12	0,60	12	60%

mazorca	2. Cilíndrica - cónica	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	2	0	0	6	0,30	18	30%
	3. Cónica	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	20	10%
	4. Alargada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Daño mazorca	1. Muy bueno	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	8	0,40	8	40%
	2. Bueno	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	4	0,20	12	20%	
	3. Regular	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	3	0	0	0	6	0,30	18	30%
	4. Mala	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,05	19	5%
	5. Muy mala	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0,05	20	5%
Color de tusa	1. Blanco	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1,00	20	100%
	2. Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Café	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	4. Morado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Jaspeado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	6. Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Disposición de hileras	1. Regular	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,05	1	5%
	2. Irregular	2	2	0	2	2	2	0	0	0	2	2	2	0	0	2	2	0	2	0	0	11	0,55	12	55%
	3. Recto	0	0	3	0	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3	0	0	3	0	3	3	8	0,40	20	40%
	4. En espiral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Tipo grano	1. Harinoso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	2. Morocho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Dentado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	4. Semidentado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Semicristalino	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20	1,00	20	100%
	6. Cristalino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	7. Reventador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	8. Dulce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	9. Opaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%

	10. Tunicado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	11. Ceroso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	12. Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
Color de grano	1. Blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	2. Amarillo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	1,00	20	100%
	3. Morado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	4. Jaspeado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	5. Café	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	6. Anaranjado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	7. Moteado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	8. Capa blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	9. Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	10. Ceroso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	11. Azul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	12. Azul oscuro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
Superficie del grano	1. Contraído	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0,25	5	25%	
	2. Dentado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	3. Plano	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3	5	0,25	10	25%
	4. Redondo	4	4	4	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	7	0,35	17	35%	
	5. Puntigudo	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	3	0,15	20	15%	
	6. Muy puntigudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	

***FA**: frecuencia absoluta, que es el número de veces que aparece un valor.

***FR**: frecuencia relativa, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de un determinado valor entre el número total de datos.

***FAA**: frecuencia acumulada, la suma de frecuencias absolutas de todos los valores iguales o inferiores al valor considerado.

Tabla 4. Evaluación de las principales enfermedades en la línea CML-172 (parental masculino), durante la época lluviosa en la EET-Pichilingue.

Enfermedades	N. de planta																				n	Σ	X	D.E.	CV	Mín	Máx	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
<i>Helminthosporium maydis</i>	3	2	2	3	3	3	3	2	4	3	3	4	4	2	2	3	3	3	3	3	20	58	2,9	0,6	22	2	4	
<i>Curvularia sp.</i>	4	3	4	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	20	72	3,6	0,6	17	2	4	
<i>Cescoprpora sp.</i>	2	2	2	2	3	3	3	3	1	2	3	3	3	1	2	2	3	3	2	3	20	48	2,4	0,7	28	1	3	
<i>Roya</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	20	21	1,1	0,2	21	1	2	
<i>Cinta Roja</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodia</i>	0	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	3	2	1	2	20	35	1,8	0,6	37	0	3	

*Σ: Sumatoria, la suma de todos los valores evaluados.

*X: Media es el valor promedio de las muestras.

*D.E.: Desviación estándar, es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media.

*CV: Coeficiente de variación, se obtiene de dividir la desviación típica entre el valor absoluto de la media del conjunto.

*Mín.: el menor de los elementos de un cierto conjunto.

*Max.: el mayor de los elementos de un cierto conjunto.

4.4. Caracteres cualitativos del híbrido promisorio L-21-3-1-1 COM-2 × CML-172

- **Etapa vegetativa (nivel foliar).**

En la tabla 5, se puede observar que las características evaluadas en el híbrido promisorio, como, el color verde del tallo, pubescencia escasa, cantidad del follaje densa se presentaron con una frecuencia del 100% en las plantas evaluadas.

En el cuadro 6, podemos observar que el híbrido promisorio L-21-3-1-1 COM-2×CML-172 en la evaluación de enfermedades según la escala propuesta por el CIMMYT presenta valores de 2 a 2,1 para *Curvularia sp.*, *Helminthosporium maydis*, y *Cesccorpora sp.*, lo que significa que presentó una infección ligera para estas enfermedades y con lo que respecta a *Diplodia* obtuvieron valores de 1 que según la escala es una infección débil y cinta roja no se presentó en este material tampoco.

- **Etapa reproductiva (floración)**

El tipo de espiga se presentó un 80% primaria-secundaria-terciaria, un 15% primaria-secundaria y 5% de espigas primarias, del 100% de las mazorcas evaluadas, la cobertura de mazorca fue en un 50% excelente, 30% punta expuesta y 20% regular, su forma fue 60% cilíndrica-cónica, 40% cilíndrica, en la calidad de la mazorca se logró determinar 50% bueno, 35% muy bueno, 10% regular, 5% mala, la disposición de las hileras en un 70% recto, 25% regular y 5% en espiral y el color de tusa el 100% fue de color blanco.

- **Etapa reproductiva (producción de grano)**

En las características del grano, el 100% presentó color anaranjado y de tipo semicristalino con una superficie del grano 45% plano 30% dentado, 15% redondo y 15% puntiagudo.

Tabla 5. Variables cualitativas evaluadas en el híbrido promisorio L-21-3-1-1 COM-2 × CML-172, durante la época lluviosa en la EET-Pichilingue.

Descriptores		N° de planta																				FA	FR	FAA	Porcentaje
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Color del tallo	1. Verde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1,00	20	100%	
	2. Rojo sol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	4. Morado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Café	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Pubescencia	3. Escasa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	20	1,00	20	100%	
	5. Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	7. Densa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Cantidad Follaje	3. Escasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	7. Densa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20	1,00	20	100%
Tipo de espiga	1. Primaria	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,05	1	5%	
	2. Primaria-secundaria	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,15	4	15%	
	3. Prim-Secundaria-Terciaria	3	3	0	0	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	16	0,80	20	80%	
Cobertura de la mazorca	1. Excelente	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	10	0,50	10	50%	
	2. Regular	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0,20	14	20%	
	3. Punta expuesta	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	6	0,30	20	30%	
	4. Grano expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	5. Completamente. Inaceptable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
Forma de mazorca	1. Cilíndrica	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	0,40	8	40%	
	2. Cilíndrica-cónica	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	12	0,60	20	60%	

	3. Cónica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	4. Alargada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
Daño mazorca	1. Muy bueno	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	0,35	7	35%
	2. Bueno	2	0	2	0	2	2	0	0	0	2	2	2	0	2	2	2	0	0	0	0	10	0,50	17	50%
	3. Regular	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,10	19	10%
	4. Mala	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,05	20	5%
	5. Muy mala	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Color de tusa	1. Blanco	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1,00	20	100%
	2. Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Café	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	4. Morado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Jaspeado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	6. Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Disposición de hileras	1. Regular	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5	0,25	5	25%
	2. Irregular	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Recto	3		3		3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3		3	3	14	0,70	19	70%
	4. En espiral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0,05	20	5%
Tipo grano	1. Harinoso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	2. Morocho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	3. Dentado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	4. Semidentado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%	
	5. Semicristalino	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20	1,00	20	100%
	6. Cristalino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	7. Reventador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	8. Dulce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	9. Opaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	10. Tunicado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%

	11. Ceroso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	12. Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Color de grano	1. Blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	2. Amarillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	3. Morado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	4. Jaspeado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	5. Café	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	6. Anaranjado	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	20	1,00	20	100%
	7. Moteado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	8. Capa blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	9. Rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	10. Ceroso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	11. Azul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
	12. Azul oscuro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%
Superficie del grano	1. Contraído	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0,00	3	15%	
	2. Dentado	2	0	2		2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	6	0,30	9	30%		
	3. Plano	0	3	0	3	0	0	0	3	3	3	0	0	3	0	0	3	3	0	9	0,45	18	45%		
	4. Redondo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	4	3	0,15	20	15%		
	5. Puntigudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%		
	6. Muy puntigudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0%		

***FA:** frecuencia absoluta, que es el número de veces que aparece un valor.

***FR:** frecuencia relativa, el resultado de dividir la frecuencia absoluta de un determinado valor entre el número total de datos.

***FAA:** frecuencia acumulada, la suma de frecuencias absolutas de todos los valores iguales o inferiores al valor considerado.

Tabla 6: Evaluación de las principales enfermedades en el híbrido promisorio L-21-3-1-1 COM-2 CML-172, durante la época lluviosa de la EET-Pichilingue.

Enfermedades	N. de planta																				n	Σ	X	D.E.	CV	Min.	Max.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
<i>Helminthosporium maydis</i>	2	2	2	2	2	2	1	1	2	3	1	1	1	2	2	3	3	3	3	2	20	40	2	0,7	36	1	3	
<i>Curvularia sp.</i>	2	2	3	3	2	1	1	1	2	3	1	1	1	2	2	3	3	3	3	2	20	41	2,1	0,8	40	1	3	
<i>Cescoprpora sp.</i>	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	20	22	1,1	0,3	28	1	2	
<i>Roya</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3	3	3	2	2	2	2	2	20	42	2,1	0,6	26	1	3	
<i>Cinta Roja</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	20	1	0	0	1	1	

*Σ: Sumatoria, la suma de todos los valores evaluados.

*X: Media es el valor promedio de las muestras.

*D.E.: Desviación estándar, es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media.

*CV: Coeficiente de variación, se obtiene de dividir la desviación típica entre el valor absoluto de la media del conjunto.

*Min.: el menor de los elementos de un cierto conjunto.

*Max.: el mayor de los elementos de un cierto conjunto.

4.5. Caracteres cuantitativos

4.5.1. Caracteres cuantitativos del parental femenino L-21-3-1-1 COM-2

- **Etapa vegetativa (nivel foliar)**

En la tabla 7 podemos observar que la emergencia del 50% de las plantas de la línea endogámica L-21-3-1-1 COM 2 constituida como parental femenino fueron 4 días después de la siembra, obtuvo una altura total de planta 249 cm con una altura de inserción de mazorca 111 cm, el número total de hojas fue de 13 con número de hojas arriba de la mazorca 7, la longitud promedio fue de 93,62 cm con un ancho de 9,44 cm, el ancho del tallo fue de 1,93 cm con un grosor de 1,73 cm.

- **Etapa reproductiva (floración)**

La floración masculina se presentó a los 56 días después de la siembra, la longitud promedio del pedúnculo de la espiga fue de 8,35 cm y de la parte ramificada de la espiga 9,77 cm con una ramificación de 12,10 por espiga. La floración femenina se presentó a los 59 días después de la siembra, el número de mazorca por planta fue de 1,20 con un promedio de brácteas 11,75, y una cantidad promedio de hileras de grano por mazorca de 15,55, la longitud de la mazorca fue de 16,14 cm con un grosor de 3,85 cm y el peso de 117,86 gr. Una vez realizado el desgrane la longitud promedio de la tusa fue de 16,21 cm con un diámetro de 2,28 cm y un peso de 27,07 gr.

- **Etapa reproductiva (producción de grano)**

La longitud promedio de los 20 granos consecutivos fue de 1,15 cm, el ancho del grano dio 0,96 cm con un grosor 0,37 cm y el peso de los 1000 granos fue de 0,4 Kg dando un rendimiento de 3,74 t.ha⁻¹.

Tabla 7. Resultados de la evaluación cuantitativa en el parental femenino L-21-3-1-1 COM-2, realizada en la época lluviosa en la EETP-Pichilingue.

Descriptores	n	Σ	Media \pm D.E.	CV	Mín.	Máx.
Días a la emergencia	20	80,00	4,00 \pm 0,00	0,00	4,00	4,00
Altura de planta (cm)	20	4983,00	249,00 \pm 17,29	7,37	205,00	267,00
Altura de inserción de mazorca (cm)	20	2227,00	111,00 \pm 8,83	9,20	80,00	115,00
Número total de hojas	20	270,00	13,50 \pm 0,61	4,86	12,00	14,00
Número de hojas arriba de la mazorca	20	144,00	7,20 \pm 0,55	7,78	6,00	8,00
Longitud de hoja (cm)	20	1872,50	93,62 \pm 5,00	5,62	80,50	101,00
Ancho de hoja (cm)	20	188,80	9,44 \pm 0,73	7,55	7,50	11,00
Longitud del pedúnculo de la espiga (cm)	20	167,00	8,35 \pm 2,39	27,83	5,00	14,00
Longitud de parte ramificada de la espiga (cm)	20	195,50	9,77 \pm 0,73	9,53	6,00	8,70
Longitud de la espiga (cm)	20	344,50	17,22 \pm 2,36	14,52	13,00	21,70
Número de ramificaciones de la espiga	20	242,00	12,10 \pm 1,47	11,79	10,00	15,00
Ancho de tallo (cm)	20	38,70	1,93 \pm 0,09	4,48	1,80	2,10
Grosor de tallo (cm)	20	34,60	1,73 \pm 0,10	5,83	1,60	1,90
Días a la senescencia	20	1861,00	93,05 \pm 1,18	1,62	72,00	75,00
Mazorca por planta	20	24,00	1,20 \pm 0,44	35,54	1,00	2,00
Días a la floración femenina	20	1180,00	59,00 \pm 0,00	0,00	59,00	59,00
Días a la floración masculina	20	1120,00	56,00 \pm 0,00	0,00	52,00	52,00
Número de brácteas	20	235,00	11,75 \pm 1,52	12,39	10,00	15,00
Diámetro de la mazorca (cm)	20	77,10	3,85 \pm 0,28	12,39	1,70	2,80
Longitud de mazorca (cm)	20	322,96	16,14 \pm 1,69	12,86	8,00	15,00
Peso de la mazorca (gr)	20	2357,24	117,86 \pm 10,20	10,62	74,00	113,22
Diámetro de la tusa (cm)	20	45,60	2,28 \pm 0,25	13,34	1,20	2,40
Longitud de la tusa (cm)	20	324,30	16,21 \pm 1,67	12,82	8,00	15,00
Peso de la tusa	20	541,44	27,07 \pm 9,84	24,7	22,72	65,00
Número de hileras de grano (gr)	20	311,00	15,55 \pm 1,40	11,16	10,00	15,00
Longitud del grano (cm)	20	23,00	1,15 \pm 0,09	14,96	0,50	0,70
Ancho de grano (cm)	20	19,30	0,965 \pm 0,10	10,15	0,70	1,20
Grosor de grano (cm)	20	7,57	0,37 \pm 0,06	17,14	0,20	0,40
Peso de 1000 granos (kg)				0,4		
Rendimiento (t.ha ⁻¹)				3,7		

* Σ : Sumatoria

*Media \pm D.E.: Media aritmética \pm la desviación estándar

*CV: Coeficiente de variación

*Min. y Max.: Mínimo y máximo.

4.5.2. Caracteres cuantitativos del parental masculino CML-172

- **Etapa vegetativa (nivel foliar)**

En la tabla 8 podemos observar que la emergencia del 50% de las plantas de la línea endogámica CML-172 constituida como parental masculino fueron 4 días después de la siembra al igual que el parental femenino, obtuvo una altura total de planta 249,15 cm con una altura de inserción de mazorca 111,35 cm, el número total de hojas fue de 13 con número de hojas arriba de la mazorca 7, la longitud promedio fue de 93,62 cm con un ancho de 9,44 cm, el ancho del tallo fue de 1,94 cm con un grosor de 1,73 cm.

- **Etapa reproductiva (floración)**

La floración masculina se presentó a los 56 días después de la siembra, la longitud promedio del pedúnculo de la espiga fue de 8,35 cm y de la parte ramificada de la espiga 9,78 cm con una ramificación de 12,10 por espiga. La floración femenina se presentó a los 61 días después de la siembra, el número de mazorca por planta fue de 1,20 con un promedio de brácteas 11,75, y una cantidad promedio de hileras de grano por mazorca de 15,55, la longitud promedio de la mazorca fue de 16,15 cm con un grosor de 3,85 cm y el peso de 117,87 gr. Una vez realizado el desgrane la longitud promedio de la tusa fue de 16,15 cm con un diámetro de 2,28 cm y un peso de 27,07 gr.

- **Etapa reproductiva (producción de grano)**

La longitud promedio de los 20 granos consecutivos fue de 1,15 cm, el ancho de 0,96 con un grosor 0,38 cm y el peso de los 1000 granos fue de 0,35 Kg dando un rendimiento de 1,22 t.ha⁻¹.

Tabla 8: Resultados de la evaluación cuantitativa en el parental masculino CML-172 realizada en la época lluviosa de la EETP-Pichilingue.

Descriptores	N	Σ	Media \pm D.E.	CV	Mín.	Máx.
Días a la emergencia	20	80,00	4,00 \pm 0,00	0,00	4,00	4,00
Altura de planta (cm)	20	4690,00	249,15 \pm 16,56	6,65	220,00	290,00
Altura de inserción de mazorca (cm)	20	1920,00	111,35 \pm 13,14	11,80	91,00	133,00
Número total de hojas	20	250,00	13,50 \pm 1,00	7,41	12,00	15,00
Número de hojas arriba de la mazorca	20	142,00	7,20 \pm 0,52	7,27	6,00	8,00
Longitud de hoja (cm)	20	1777,50	93,63 \pm 4,69	5,01	82,50	101,00
Ancho de hoja (cm)	20	194,50	9,44 \pm 1,32	14,03	7,20	12,00
Longitud del pedúnculo de la espiga (cm)	20	172,00	8,35 \pm 3,20	38,32	3,00	16,00
Longitud de parte ramificada de la espiga (cm)	20	146,30	9,78 \pm 1,41	14,45	6,00	12,00
Longitud de la espiga (cm)	20	324,60	17,23 \pm 4,39	25,48	1,30	22,00
Número de ramificaciones de la espiga	20	249,00	12,10 \pm 1,52	12,55	10,00	15,00
Ancho de tallo (cm)	20	38,60	1,94 \pm 0,23	11,65	1,20	2,30
grosor de tallo (cm)	20	35,70	1,73 \pm 0,18	10,63	1,30	2,00
Días a la senescencia	20	1457,00	93,05 \pm 2,26	2,43	91,00	96,00
Mazorca por planta	20	25,00	1,20 \pm 0,41	34,20	1,00	2,00
Días a la floración femenina	20	1180,00	61,00 \pm 0,00	0,00	61,00	61,00
Días a la floración masculina	20	1040,00	56,00 \pm 0,00	0,00	56,00	56,00
Número de brácteas	20	245,00	11,75 \pm 1,29	11,00	9,00	14,00
Diámetro de la mazorca (cm)	20	44,90	3,85 \pm 0,40	10,43	3,10	4,80
Longitud de mazorca (cm)	20	263,30	16,15 \pm 1,61	10,00	13,00	19,40
Peso de la mazorca (gr)	20	1920,42	117,87 \pm 33,53	28,45	54,54	172,70
Diámetro de la tusa (cm)	20	37,40	2,28 \pm 0,19	8,12	2,10	2,80
Longitud de la tusa (cm)	20	260,90	16,21 \pm 1,74	10,74	13,00	19,00
Peso de la tusa	20	796,38	27,07 \pm 7,38	27,26	13,00	40,00
Numero de hileras de grano (gr)	20	250	15,55 \pm 2,21	14,22	12,00	20,00
Longitud del grano (cm)	20	11,7	1,15 \pm 0,11	9,57	1,00	1,30
Ancho de grano (cm)	20	19,31	0,96 \pm 0,11	11,29	0,70	1,20
Grosor de grano (cm)	20	6,95	0,38 \pm 0,04	10,78	0,30	0,40
Peso de 1000 granos (Kg)				0,35		
Rendimiento (t.ha ⁻¹)				1,22		

* Σ : Sumatoria

***Media \pm D.E.:** Media aritmética \pm la desviación estándar

***CV:** Coeficiente de variación

***Min. y Max.:** Mínimo y máximo

4.5.3. Híbrido promisorio

- **Etapa vegetativa (nivel foliar)**

En la tabla 9 podemos observar que la emergencia de más del 50% de las plantas del híbrido promisorio L-21-3-1-1 COM 2 × CML-172 fueron 4 días después de la siembra, lo que resulta que no hubo diferencia estadística entre las líneas endogámicas y el híbrido, la altura total de planta 300,20 cm con una altura de inserción de mazorca 137,70 cm, el número total de hojas fue de 14,60 con número de hojas arriba de la mazorca 7, la longitud promedio fue de 107,14 cm con un ancho de 11,08 cm, el ancho del tallo fue de 2,10 cm con un grosor de 1,88 cm, presentando mejores características que las líneas.

- **Etapa reproductiva (floración)**

En la misma tabla se observa que la floración masculina se presentó a los 52 días después de la siembra, la longitud promedio del pedúnculo de la espiga fue de 10,30 cm y de la parte ramificada de la espiga 9,26 cm con una ramificación de 13 por espiga. La floración femenina se presentó a los 56 días después de la siembra, el número de mazorca por planta fue de 1,25 con un promedio de brácteas 12,40, y una cantidad promedio de hileras de grano por mazorca de 15,25, la longitud de la mazorca fue de 18,54 cm con un grosor de 4,28 cm y el peso de 429,20 gr. Una vez realizado el desgrane la longitud promedio de la tusa fue de 18,54 cm con un diámetro de 1,09 cm y un peso de 47,42 gr.

- **Etapa reproductiva (producción de grano)**

La longitud promedio de los 20 granos consecutivos fue de 1,13 cm, el ancho del grano dio 0,77 cm con un grosor 0,30 cm y el peso de los 1000 granos fue de 0,5 Kg dando un rendimiento de 8,2 t.ha⁻¹.

Tabla 9: Resultados de la evaluación cuantitativa de la F1 del cruce originado entre las líneas L-21-3-1-1 COM 2 × CML 172, en la época lluviosa de la EETP-Pichilingue.

Descriptores	n	Σ	Media ± D.E.	CV	Mín.	Máx.
Días a la emergencia	20	80,00	4,00 ± 0,00	0,00	4,00	4,00
Altura de planta (cm)	20	6004,00	300,20 ± 20,50	6,83	230,00	320,00
Altura de inserción de mazorca (cm)	20	2754,00	137,70 ± 10,86	7,89	122,00	155,00
Número total de hojas	20	292,00	14,60 ± 1,60	10,98	12,00	17,00
Número de hojas arriba de la mazorca	20	140,00	7,00 ± 0,56	8,03	6,00	8,00
Longitud de hoja (cm)	20	2142,70	107,14 ± 4,55	4,25	100,00	115,00
Ancho de hoja (cm)	20	210,05	11,08 ± 0,41	3,67	10,00	12,00
Longitud del pedúnculo de la espiga (cm)	20	206,00	10,30 ± 1,78	17,28	6,00	13,00
Longitud de parte ramificada de la espiga (cm)	20	185,20	9,26 ± 0,96	10,42	8,00	11,00
Longitud de la espiga (cm)	20	391,50	19,57 ± 1,90	9,71	15,00	21,50
Número de ramificaciones de la espiga	20	260,00	13,00 ± 1,26	9,67	11,00	15,00
Ancho de tallo (cm)	20	42,10	2,10 ± 0,19	8,92	1,70	2,50
grosor de tallo (cm)	20	37,50	1,88 ± 0,16	8,45	1,50	2,10
Días a la senescencia	20	1849,00	92,45 ± 1,88	2,03	91,00	96,00
Mazorca por planta	20	25,00	1,25 ± 0,44	35,54	1,00	2,00
Días a la floración femenina	20	1120,00	56,00 ± 0,00	0,00	56,00	56,00
Días a la floración masculina	20	1040,00	52,00 ± 0,00	0,00	52,00	52,00
Número de brácteas	20	248	12,40 ± 1,50	12,10	9,00	15,00
Diámetro de la mazorca (cm)	20	85,5	4,28 ± 0,24	5,72	3,60	4,70
Longitud de mazorca (cm)	20	370,7	18,54 ± 1,40	7,53	16,00	21,00
Peso de la mazorca (gr)	20	4983,97	249,20 ± 72,11	28,94	131,81	390,90
Diámetro de la tusa (cm)	20	21,8	1,09 ± 0,37	34,31	0,60	2,20
Longitud de la tusa (cm)	20	366,9	18,34 ± 1,37	7,47	16,00	21,00
Peso de la tusa	20	948,49	47,42 ± 9,52	20,08	27,29	76,00
Número de hileras de grano (gr)	20	325	16,25 ± 1,52	9,34	13,00	19,00
Longitud del grano (cm)	20	22,5	1,13 ± 0,15	13,49	0,90	1,40
Ancho de grano (cm)	20	15,3	0,77 ± 0,11	14,86	0,60	1,00
Grosor de grano (cm)	20	5,96	0,3 ± 0,03	9,53	0,25	0,40
Peso de 1000 granos (Kg)				0,5		
Rendimiento (T Ha ⁻¹)				8,2		

*Σ: Sumatoria

*Media ±D.E.: Media aritmética ± la desviación estándar

*CV: Coeficiente de variación

*Min. y Max.: Mínimo y máximo

4.6. Análisis comparativo entre parentales y el híbrido promisorio

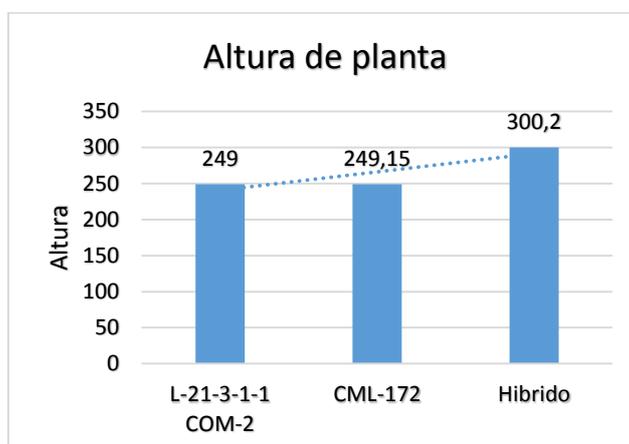


Gráfico 1. Promedio de altura de plantas de la línea L-21-3-1-1 COM-2 y CML-172, y del híbrido promisorio

En el gráfico 1, se puede determinar que la altura promedio de las 20 plantas evaluadas del híbrido promisorio con respecto a los parentales, es mayor. Los parentales presentaron una altura de 249 cm y el híbrido de 300,20 cm, esto se debe a la depresión endogámica que surge al cruzar las dos líneas parentales generando un vigor en el híbrido, como lo confirma Falconer (1960) que demostró que la cantidad de heterosis de las cruza entre pares aleatorios de líneas es igual a la depresión endogámica de éstas, pero de signo contrario. Esto significa que el vigor híbrido será mayor conforme sus líneas progenitoras tengan mayor endogamia.

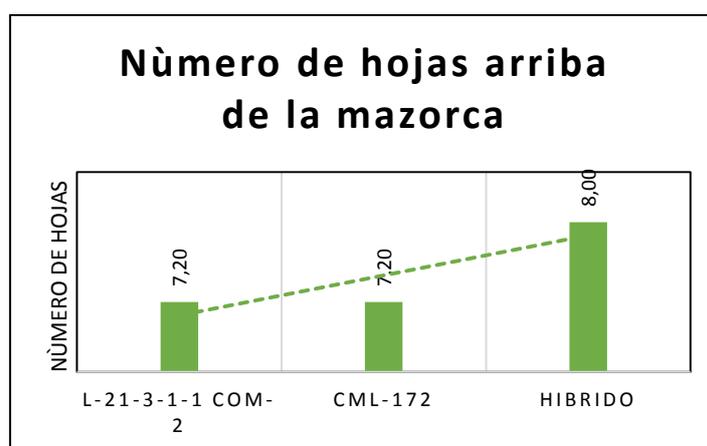


Gráfico 2. Promedios del número total de hojas arriba de mazorca de las dos líneas elites y el híbrido promisorio

En el gráfico 2, se puede observar el promedio del número de hojas arriba de la mazorca, el cual es 8 hojas para el híbrido y 7 hojas para los parentales, esta característica se debe a el número de autofecundaciones que han pasado las líneas en el proceso de mejoramiento, si una línea ha sido sometidas a mayor número de autofecundaciones su tamaño o cantidad de follaje va a disminuir, además, este descriptor cuantitativo se lo puede relacionar con el descriptor cualitativo cantidad de follaje si es escaso, intermedio o denso para así obtener una mayor apreciación y comprobación en la caracterización.

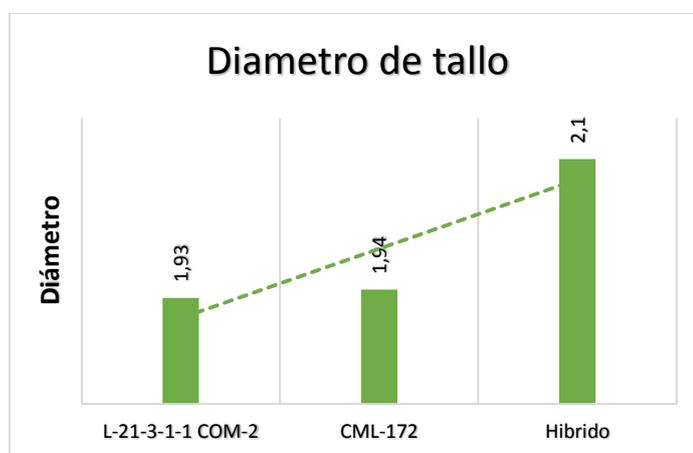


Gráfico 3. Promedio del diámetro de tallo de las dos líneas elites y el híbrido promisorio

El gráfico 3 demuestra que el diámetro del tallo del híbrido en relación a sus parentales es significativamente mayor, el híbrido resulto con 2,1 cm de diámetro mientras que los parentales 1,93 y 1,94 cm, esto resulta de la heterosis donde el cruce de los parentales obtiene las mejores características y fortalezas.

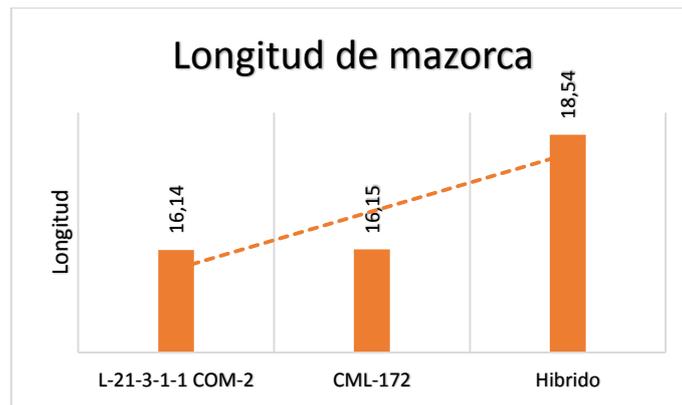


Gráfico 4: Promedio de longitud de la mazorca de las dos líneas elites y el híbrido promisorio

El promedio de las 20 mazorcas evaluadas tanto del híbrido promisorio como de los parentales, el híbrido demuestra un mayor valor 18,54 cm y los parentales 16,14 el femenino y el 16,15 cm el masculino.

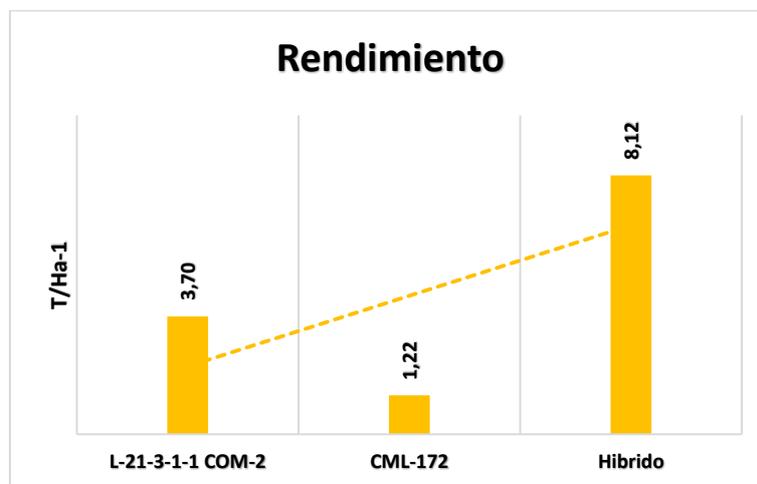


Grafico 5: Rendimientos de las líneas elites y el híbrido promisorio

Se puede apreciar que el híbrido obtuvo mayor promedio en cuanto al rendimiento con un valor 8,12 t.ha⁻¹; seguida de la línea femenina con un valor de 3,70 t.ha⁻¹, y por último la línea masculina con un rendimiento de 1,22 t.ha⁻¹. La diferencia de datos al respecto, corresponde al hecho de la consanguinidad de las dos líneas emparentadas y también por el fenómeno de la heterosis que le da el vigor híbrido (MacRobert et al. 2015).

Para formar híbridos vigorosos y de alto rendimiento se necesitan líneas altamente endogámicas, a veces de muy bajo rendimiento y aun con defectos que parecen insuperables, pero que al cruzarse muestran también una alta heterosis. De otra forma no se explicarían los híbridos en maíz de altos, altísimos rendimientos que se tienen en la actualidad (Sánchez 2007).

V. DISCUSION

En el programa de mejoramiento de maíz híbrido, es importante la generación de líneas puras para ser usadas como progenitores y proceder a la formación de híbridos de alto rendimiento de grano, debido a que el maíz es uno de los productos más importante para la economía del país.

Partiendo de esta premisa es de total importancia aumentar la producción del cultivo por unidad de superficie mediante el desarrollo y utilización de híbridos de alto rendimiento; para este caso se generan líneas con alto grado de homocigocis, luego mediante cruza simples desarrollar híbridos, con el objeto de explotar al máximo la heterosis y obtener híbridos superiores en producción y otras características agronómicas (Dhliwayo et 2009 & Hallauer et 2009).

Desde el punto de vista de la comercialización, al productor le interesa conocer las características del material que va a utilizar para establecer el manejo de su cultivo, por ejemplo los días que emitirá polen la flor masculina para fecundar a la flor femenina y antes de eso haber realizado su última fertilización edáfica o conocer si el material es demasiado susceptible a una enfermedad presente en la zona.

En Pichilingue, la germinación de las líneas elites e híbrido en estudio, se vio en algo afectado por el exceso de agua debido a las fuertes precipitaciones y a el suelo que presentaba ciertas depresiones en cuanto a su topografía, sin embargo, no hubo diferencia en cuanto al coeficiente de variación debido que más del 50% germinó al cuarto día.

En el estado vegetativo y reproductivo se pudo observar con mayor vigor al híbrido con respecto a los parentales, esto se conoce como vigor híbrido causado por la heterosis entre los parentales como lo manifiesta el CIMMYT en su manual de obtención de semillas de híbridos.

Con respecto a la floración, se observó que la flor masculina de la línea CML-172 considerada como parental masculino es más tardía con 9 días de diferencia que la línea L-21-3-1-1 COM-2 considerada como parental femenino. Un dato muy importante

que necesita el mejorador porque tiene que existir una sincronización floral si quiere generar cruces para la obtención de híbridos.

En relación a las enfermedades foliares, la más frecuente fue el tizón foliar (*Helminthosporium maydis*) con calificaciones de severidad de 2,3, 2,9 y 2 en Pichilingue, respectivamente. Estas calificaciones equivalen a una infección ligera según la escala propuesta por el CIMMYT y esto se debe a que en la época seca en que se evaluaron los materiales, no existieron las condiciones adecuadas para la proliferación de ésta y otras enfermedades como suele ocurrir en la época lluviosa de cada año.

Por otro lado, Ireta en 1988, manifiesta que existe una correlación positiva entre cobertura y pudrición de mazorca. Las mazorcas cuyas brácteas no cubren bien las mismas, presentan mayor daño por pudrición, por lo que la buena cobertura de mazorca es un requisito indispensable en el mejoramiento de maíz. Este fenómeno fue observado en Pichilingue, en varias de las mazorcas donde no hubo una cobertura excelente se observó pudrición de mazorca. En mejoramiento de maíz, obtener híbridos de alto rendimiento es uno de los principales objetivos, este carácter está correlacionado directamente con otros caracteres como: longitud y diámetro de la mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de 1000 granos (Reyes 1985 y Luchsinger 1992).

En los resultados obtenidos, especialmente en el caso del rendimiento, se encontraron promedios más bajos que en las anteriores evaluaciones realizadas por el programa de maíz de la EET-Pichilingue como se muestra en el informe anual de ensayos del año 2018, esta baja se asume a las condiciones climáticas, al manejo del cultivo o la fertilización, que son factores que influyen directamente al estado del cultivo.

Según Gonzales (2003) el rendimiento es un carácter poligénico y no presenta un control genético directo, que está muy influido por las condiciones ambientales. Otro factor que puede influir en el rendimiento podría ser los índices de asimilación de nutrientes, proporcionados a través de los fertilizantes. Debido a que si el suministro de nutrientes es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el

crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos (Coyac 2013).

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La floración masculina de la línea CML-172 fue más tardía con respecto a la floración masculina de la línea L-21-3-1-1 COM-2 pero que en días a la senescencia la línea CML-172 fue más precoz.

El tizón foliar (*Helminthosporium maydis*) fue la enfermedad más frecuente en las líneas endogámicas y el híbrido de maíz evaluado; sin embargo, los niveles de severidad fueron bajos, con calificaciones iguales a 2,0 lo que representó una infección ligera y esto se debe a que los materiales evaluados presentaron buen comportamiento.

Los materiales presentaron una cobertura de mazorca en escala de excelente a buena, significando que los porcentajes de daño por pudriciones en mazorca fueron bajos.

El rendimiento del híbrido simple de maíz amarillo duro L-21-3-1-1 COM-2 × CML-172, fue de 8,2 t.ha⁻¹ y se encuentra dentro estándares de producción en comparación con los híbridos comerciales como DEKALB-7508 con rendimientos de 7,68 t.ha⁻¹ o Emblema 777 con un rendimiento de 7,30 t.ha⁻¹.

RECOMENDACIONES

Realizar la siembra de la línea CML-172 con días de anticipación a la línea L-21-3-1-1 COM-2 en el caso que el mejorador desee desarrollar una sincronización floral para un cruce.

En base a los resultados obtenidos sería importante evaluar nuevamente los materiales bajo condiciones ambientales diferentes (época seca) pero con todas las condiciones de manejo agronómico y nutricional, con la finalidad de tener mayor información y argumentos en base a su comportamiento agronómico y especialmente de rendimiento.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: caracterizar morfológicamente y evaluar el comportamiento agronómico de dos líneas elites y un híbrido promisorio de maíz amarillo duro en la EET-Pichilingue, para su posterior lanzamiento al mercado agrícola, buscando que sea más económico y rentable para los agricultores en diferencia a los otros híbridos comerciales, que vienen con su paquete tecnológico y la ganancia es poca. El trabajo inicio con identificar las 20 plantas a evaluar tanto de las líneas elites como del híbrido, para su posterior caracterización en la etapa vegetativa y reproductiva, empezando desde días a la emergencia, color de tallo hasta el color y tipo de grano que se procedió a evaluar después de la cosecha. Los resultados obtenidos indican que las líneas elites L-21-3-1-1 COM-2 y CML-172 y el híbrido L-21-3-1-1 COM-2 × CML-172 a nivel foliar poseen una altura que va de los 149 a 300,20 cm, la cantidad de follaje es escasa (100%), el tallo es de color verde (100%), la inserción de mazorca se ubica a 111 para las líneas y 137 para el híbrido con una cobertura de excelente a regular, su forma cilíndrica – cónica, con una longitud de entre 16 a 18 cm, el color de tusa blanco, con granos semicristalino de color amarillo en caso del parental masculino y para el híbrido y parental femenino color anaranjado, en una disposición regular – irregular y regular - recta. El rendimiento de las líneas es menor que el híbrido debido que al cruzar estas líneas endogámicas no emparentadas, la semilla que resulta produce plantas de renovado vigor y con un rendimiento significativamente mayor que el de cualquiera de los dos progenitores, en el caso de la líneas L-21-3-1-1 COM-2 fue de 3,47 t.ha⁻¹ de la línea CML-172 fue de 1,22 t.ha⁻¹ y del híbrido fue de 8,12 t.ha⁻¹.

IX. SUMMARY

The present investigation proposes: morphologically characterize and evaluate the agronomic behavior of two elite lines and a promising hybrid of hard yellow corn in the EET-Pichilingue, for its subsequent launch to the agricultural market, looking for it to be more economical and profitable for farmers in difference to the other commercial hybrids, which come with their technological package and the profit is small. The work began with identifying the 20 plants to evaluate both the elite and hybrid lines, for their subsequent characterization in the vegetative and reproductive stage, starting from days to the emergency, stem color to the color and type of grain that was proceeded to evaluate after harvest. The results obtained indicate that the elite lines L-21-3-1-1 COM-2 and CML-172 and the hybrid L-21-3-1-1 COM-2 × CML-172 at leaf level have a height that It ranges from 149 to 300.20 cm, the amount of foliage is scarce (100%), the stem is green (100%), the cob insert is located at 111 for the lines and 137 for the hybrid with a excellent to regular coverage, its cylindrical - conical shape, with a length of between 16 to 18 cm, the color of white tusa, with yellow semi-crystalline grains in the case of the male parental and for the orange hybrid and female parental, in a regular layout - irregular and regular - straight. The yield of the lines is lower than the hybrid because when crossing these unrelated inbred lines, the resulting seed produces plants of renewed vigor and with a significantly higher yield than that of either parent, in the case of the lines L-21-3-1-1 COM-2 was 3.47 t.ha⁻¹ of the CML-172 line was 1.22 t.ha⁻¹ and the hybrid was 8.12 t.ha¹.

X. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, R; Acosta, MCR. (2009). Reseña El cultivo del maiz, su origen y su clasificacion. El maiz en Cuba (en línea). 30. s.l., s.e. Consultado 4 jun. 2019. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>.
- Aldrich, SR; Leng, ER. (1974). Producción moderna del maíz. s.l., Hemisferio Sur Buenos Aires.
- BCE. (2018). Reporte de coyuntura, sector agropecuario. s.l., s.e.
- Bolaños Alomia, A. (1999). El cultivo de maiz en la Republica de Colombia (en línea). TEXCOCO, s.e. Consultado 4 jun. 2019. Disponible en <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/3635/67710.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Burgos, A; Ivan, L. 2013. Obtención, evaluación y selección de híbridos simples de maíz con buen nivel de heterosis, adaptados a tres condiciones agro-ecológicas del Litoral ecuatoriano. s.l., Santa Ana/Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
- Caicedo Villafuerte, M. (2018). Desarrollo de cultivares de maíz duro con senescencia retrasada o “Stay Green” para el Litoral y valles subtropicales ecuatorianos. MOCACHE, s.e.
- Chérrez, V. 2015. Evaluación de dos distancias de siembra y tres niveles de fertilización con N, P, K, en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) (en línea). s.l., ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 89 p. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4262/1/13T0806.pdf>.
- Falconer, DS. 1960. Introduction to quantitative genetics. Introduction to quantitative genetics. .

- FAOSTAT. 2017. Datos sobre alimentación y agricultura (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
- Flores Deras, H. (2011). El cultivo de Maíz (en línea). El Salvador, s.e. Consultado 4 jun. 2019. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>.
- Franco, TL. 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos-Boletín Técnico IPGRI No. 8. s.l., Bioversity International.
- GBIF. 2013. Zea mays subsp. mays (en línea, sitio web). Consultado 28 ago. 2019. Disponible en <https://www.gbif.org/species/7546411>.
- Guacho Abarca, EF. 2014. Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad San José de Chazo. s.l., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. .
- IBPGR. 1991. Descriptores para Maíz. International Maize and Wheat Improvement Center :86p.
- IITA. 2012. Manual Técnico del Cultivo de Maíz bajo Buenas Prácticas Agrícolas (en línea). Antioquia, s.e. 152 p. Consultado 4 jun. 2019. Disponible en [https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL DEL CULTIVO DE MAIZ.pdf](https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL_DEL_CULTIVO_DE_MAIZ.pdf).
- Jaramillo, S; Baena, M. 2000. Conservación Ex Situ de Recursos Fitogenéticos (en línea). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos :128. Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <https://www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/material-de-apoyo-a-la-capacitacion-en-conservacion-ex-situ-de-recursos-fitogeneticos/>.
- Jugenheimer, RW. 1981. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. s.l., Limusa México, DF.
- Kato-yamakake, TA. 2014. Origen y diversificación del maíz : una revisión analítica.

s.l., s.e. 120 p.

MacRobert, JF; Setimela, PS; Gethi, J; Regasa, MW. 2015. Manual de producción de semilla de maíz híbrido. .

Paliwal, R; Granados, G; Lafitte, H; Violic, A; Marathée, J. 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal. .

Pinilla, JAG; Campuzano, LF; Rojas, S; Pachon-García, J. 2011. Caracterización morfológica y agronómica de la colección nacional de germoplasma de *Jatropha curcas* L. Orinoquia 15(2):131-147.

Ramírez, L. 2006. Mejora de plantas alógamas. Universidad Pública de Navarra. Pamplona-España :14-16.

Salazar, D; Cuichán, M; Ballesteros, C; Márquez, J; Orbe, D. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (en línea). s.l., s.e. Consultado 28 ago. 2019. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf.

Sánchez, FM. 2007. la endogamia. .

Tapia Bastidas, CG. 1998. Caracterización morfológica y molecular de la diversidad genética de la colección de *Pachyrhizus tuberosus* (LAM.) Spreng. del CATIE (en línea). s.l., CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 174 p. Consultado 17 jun. 2019. Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5353/Morphologic_and_molecular_characterization_of_CATIEs_collection.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Villavicencio, P; Zambrano, J. 2009. Guía para la producción de maíz amarillo duro en la zona central del Litoral Ecuatoriano. Repositorio INIAP 20353.

Yáñez, C; Zambrano, J; Caicedo, M; Heredia, J. 2013. El cultivo de maíz de altura (en línea). (96). Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2435>.

XI. APENDICES

L-21-3-1-1 COM-2	DE	AP (cm)	AIM (cm)	NTH	NHAM	LH (cm)	AH (cm)	LPE (cm)	LPRE (cm)	LE (cm)	NRE	AT (cm)	GT (cm)	DS	MPP	DFE	DFM	NDB	DM (cm)	LM (cm)	PM (gr)	DDT (cm)	LDT (cm)	PDT	NHG	LDG (cm)	AG (cm)	GG (cm)	
1	4	245	94	12	7	82,5	9	10	9,70	19,7	12	1,2	1,3	92	1	61	56	12	3,5	13,2	154	2,2	13	27	16	1	1	0,3	
2	4	265	125	12	6	94	10,5	16	6	22	11	2	1,5	96	1	61	56	11	3,5	16,5	163	2,1	16,3	40	13	1,3	0,7	0,4	
3	4	250	133	13	7	101	11,4	8	8,90	16,9	13	1,9	1,8	96	1	61	56	11	3,5	15	90,9	2,4	14,7	27	14	1	1	0,4	
4	4	255	95	12	7	100	10	10	9	19	13	1,8	1,6	96	2	61	56	12	3,1	17,5	77,2	2,1	17,4	22	12	1	0,9	0,4	
5	4	290	117	14	8	90	9	10	8,30	1,3	15	1,9	1,7	96	1	61	56	11	4,2	17,7	141	2,1	17,7	31	13	1,3	0,9	0,4	
6	4	255	103	15	8	97	12	9	8,70	17,7	11	2,2	1,8	92	1	61	56	12	3,9	16,5	113,6	2,8	16,5	27	16	1,2	1,2	0,4	
7	4	245	120	13	7	98	10	3	12	15	11	2	1,9	92	1	61	56	13	3,9	19,4	131,8	2,3	19	27,27	12	1,3	1	0,3	
8	4	230	93	15	8	96	8	10	9,80	19,8	13	2	1,9	96	1	61	56	13	4,8	17,5	172,7	2,4	17,5	31	20	1,1	1	0,3	
9	4	260	115	14	7	91	11	3	12	15	11	2,3	1,9	96	1	61	56	12	4,3	18	100	2,3	18	18	15	1,2	0,9	0,4	
10	4	258	125	14	7	90	7,2	6	10,80	16,8	11	2	1,4	96	1	61	56	14	4,1	15,4	100	2,1	19	27	15	1,3	1	0,4	
11	4	250	123	13	7	90	8	10	9,90	19,9	13	1,6	1,5	91	1	61	56	13	4	15,3	109,1	2,5	15,2	27	18	1,1	1	0,4	
12	4	220	94	14	8	89	8	10	10	20	14	2	1,8	91	2	61	56	10	3,8	13	86,36	2,3	13	18	18	1,3	1	0,4	
13	4	235	104	14	7	91	10,4	4	10	14	11	2	1,8	91	2	61	56	11	3,2	14,5	54,54	2,1	14,2	13	13	1,1	1	0,37	
14	4	230	115	14	7	94	9	7	12	19	10	2	1,8	92	1	61	56	10	4,1	17,5	154,5	2,5	17,5	40	17	1,2	1	0,4	
15	4	225	91	15	8	95	11	5	10	15	10	2,1	2	91	1	61	56	12	4,1	16	136,4	2,1	15,8	27,27	18	1,1	0,7	0,4	
16	4	235	112	14	7	96	8,3	6	9	15	11	2	1,8	91	1	61	56	9	3,4	16	145,5	2,4	16	31	16	1,1	1	0,4	
17	4	265	123	12	7	87	8,5	12	9,80	20,8	13	2	1,8	92	1	61	56	12	3,9	15,16	77,2	2,1	15	18	16	1,2	1	0,4	
18	4	257	113	13	7	96	8,5	10	9,70	19,7	13	1,9	1,7	91	2	61	56	11	3,9	15	86	2,3	15	23	17	1,1	1	0,4	
19	4	257	105	13	7	98	9	10	8,90	18,9	11	1,8	1,7	91	1	61	56	14	3,8	17	113,6	2,2	17	26,9	17	1,1	1	0,4	
20	4	256	127	14	7	97	10	8	11	19	15	2	1,9	92	1	61	56	12	4,1	16,8	150	2,3	16,5	40	15	1	1	0,3	
n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Σ	80	4983	2227	270	144	1873	188,8	167	195,5	344,5	242	38,7	34,6	1861	24	1220	1120	235	77,1	323	2357	45,6	324,3	541,4	311	23	19,3	7,57	
Media	4	249,2	111,4	13,5	7,2	93,63	9,44	8,35	9,775	17,23	12,1	1,935	1,73	93,05	1,2	61	56	11,75	3,855	16,15	117,9	2,28	16,22	27,07	15,55	1,15	0,965	0,379	
D.E.	0	17,29	8,83	0,61	0,55	5	0,73	2,39	0,73	2,36	1,47	0,09	0,1	1,18	0,44	0	0	1,52	0,28	1,69	10,2	0,25	1,67	9,84	1,4	0,09	0,1	0,06	
CV	0	7,37	9,2	4,86	7,78	5,62	7,55	27,83	9,53	14,52	11,79	4,48	5,83	1,62	35,54	0	0	12,39	12,39	12,86	10,62	13,34	12,82	24,7	11,16	14,96	10,15	17,14	
Mín	4	205	80	12	6	80,5	7,5	5	6	13	10	1,8	1,6	72	1	59	52	10	1,7	8	74	1,2	8	22,72	10	0,5	0,7	0,2	
Máx	4	267	115	14	8	101	11	14	8,7	21,7	15	2,1	1,9	75	2	59	52	15	2,8	15	113,2	2,4	15	65	15	0,7	1,2	0,4	

Apéndice 1: Libro de campo de la línea L-21-3-1-1 COM-2, evaluada durante la época seca de la EET-Pichilingue.

CML-172	DE	AP (cm)	AIM (cm)	NTH	NHAM	LH (cm)	AH (cm)	LPE (cm)	LPRE (cm)	LE (cm)	NRE	AT (cm)	GT (cm)	DS	MPP	DFE	DFM	NDB	DM (cm)	LM (cm)	PM (gr)	DDT (cm)	LDT (cm)	PDT	NHG	LDG (cm)	AG (cm)	GG (cm)	
1	4	235	95	13	8	82	7,5	6	8	14	11	2,1	1,8	72	1	59	52	13	2,2	14,2	95	1,9	14	22,72	13	0,7	1	0,3	
2	4	245	93	12	7	89	10	9	8	17	15	1,8	1,6	72	1	59	52	10	2,3	13	74	1,9	13	34,7	13	0,5	0,81	0,4	
3	4	267	104	13	7	89	10	10	8,5	18,5	13	1,9	1,8	73	1	59	52	12	2,2	11,5	107	2,2	11,5	45,83	14	0,7	0,9	0,4	
4	4	243	95	14	8	92	9,5	7	8	15	14	1,9	1,8	73	2	59	52	11	2,1	13,1	105	1,9	13	65	13	0,5	0,9	0,4	
5	4	220	98	13	7	89,5	9	11	8	19	13	1,8	1,7	73	1	59	52	11	2,4	15	104	1,9	15	45	14	0,5	1,2	0,4	
6	4	225	90	13	8	89	10	7	7,8	14,8	13	2	1,9	73	1	59	52	12	2,8	11	113,22	1,9	11	43,63	10	0,5	1	0,3	
7	4	215	85	13	7	87	10	8	7,3	15,3	15	2	1,8	72	1	59	52	10	2,1	13,5	103,42	1,9	13	47,02	11	0,5	1	0,4	
8	4	241	90	12	7	91	9,5	5	8	13	13	2	1,9	75	2	59	52	10	2,2	14,5	90,67	1,2	14	32,03	12	0,7	0,9	0,4	
9	4	249	110	13	8	90	9,5	10	7,8	17,8	11	1,9	1,8	75	1	59	52	14	1,8	11,2	99,03	1,7	11	32,01	14	0,5	1	0,3	
10	4	250	95	12	6	86	10	9	7,9	16,9	11	1,8	1,6	75	1	59	52	14	1,7	8	100,04	1,5	8	39,89	12	0,6	1	0,4	
11	4	254	100	12	6	94,5	10	10	8,3	18,3	13	1,8	1,6	75	1	59	52	15	2	15	100,04	1,7	15	39,86	15	0,5	1	0,4	
12	4	205	95	12	7	83	10,5	5	8,7	13,7	14	2	1,9	72	1	59	52	12	2,2	14	87	1,9	13,8	22,97	14	0,6	1	0,35	
13	4	215	115	12	7	80,5	8,5	9	6	15	11	1,9	1,8	73	1	59	52	13	2,1	13	100	1,9	13	46,93	13	0,7	1	0,4	
14	4	254	90	12	7	92	10	12	7,3	19,3	11	1,9	1,8	72	1	59	52	11	2,3	13	100	1,9	13	46,99	12	0,5	1	0,2	
15	4	205	95	12	7	81	11	14	7,7	21,7	10	1,9	1,7	72	1	59	52	14	2,7	13	100	2,4	12,9	45,98	13	0,5	1	0,3	
16	4	247	113	12	7	94	9,5	5	8,2	13,2	11	2	1,9	72	1	59	52	13	2,5	14	100	2,2	14	46,93	11	0,7	0,7	0,4	
17	4	220	80	13	7	89	10	9	7,1	16,1	13	2	1,9	72	2	59	52	11	2,3	14,5	98	1,8	14,5	37,06	13	0,6	1	0,3	
18	4	235	92	12	7	86	10	10	6,4	16,4	13	2	1,9	72	1	59	52	14	2,1	13,4	82	1,8	13,2	28,98	12	0,6	1	0,3	
19	4	230	95	12	7	101	10	7	6,3	13,3	11	1,9	1,8	72	2	59	52	12	2,2	15	79	2	15	34,01	10	0,6	0,9	0,3	
20	4	235	90	13	7	92	10	9	7,3	16,3	13	2	1,7	72	2	59	52	13	2,7	13,4	83	1,8	13	38,84	11	0,7	1	0,3	
n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Σ	80	4690	1920	250	142	1777,5	194,5	172	146,3	324,6	249	38,6	35,7	1457	25	1180	1040	245	44,9	263,3	1920,4	37,4	260,9	796,38	250	11,7	19,31	6,95	
Media	4	249,15	111,35	13,5	7,2	93,63	9,44	8,35	9,78	17,23	12	1,94	1,73	93,1	1,2	61	56	11,75	3,85	16,15	117,87	2,28	16,21	27,07	15,6	1,15	0,96	0,38	
D.E.	0	16,56	13,14	1	0,52	4,69	1,32	3,2	1,41	4,39	1,5	0,23	0,18	2,26	0,41	0	0	1,29	0,4	1,61	33,53	0,19	1,74	7,38	2,21	0,11	0,11	0,04	
CV	0	6,65	11,8	7,41	7,27	5,01	14,03	38,32	14,45	25,48	13	11,65	10,63	2,43	34,2	0	0	11	10,43	10	28,45	8,12	10,74	27,26	14,2	9,57	11,29	10,78	
Mín	4	220	91	12	6	82,5	7,2	3	6	1,3	10	1,2	1,3	91	1	61	56	9	3,1	13	54,54	2,1	13	13	12	1	0,7	0,3	
Máx	4	290	133	15	8	101	12	16	12	22	15	2,3	2	96	2	61	56	14	4,8	19,4	172,7	2,8	19	40	20	1,3	1,2	0,4	

Apéndice 2: Libro de campo de la línea CML-172, evaluada durante la época seca de la EET-Pichilingue.

HIBRIDO	DE	AP (cm)	AIM (cm)	NTH	NHAM	LH (cm)	AH (cm)	LPE (cm)	LPRE (cm)	LE (cm)	NRE	AT (cm)	GT (cm)	DS	MPP	DFE	DFM	NDB	DM (cm)	LM (cm)	PM (gr)	DDT (cm)	LDT (cm)	PDT	NHG	LDG (cm)	AG (cm)	GG (cm)	
1	4	295	124	17	7	111	11,5	13	8	21	13	2,1	1,8	92	1	56	52	9	4	18	190,00	1	17,1	45,9	13	1,3	0,7	0,3	
2	4	305	147	15	7	108	11	10	9	19	15	2,3	2	92	1	56	52	11	4,1	19,3	272	1	19,1	76	16	0,9	0,6	0,3	
3	4	315	145	16	8	102	11	6	9	15	15	2,3	2,1	92	2	56	52	13	4,6	16,1	131,8	1,2	16	45	19	0,9	0,8	0,3	
4	4	230	130	17	7	100	11	12	9	21	14	2,1	2	96	1	56	52	13	3,6	17,7	360	1,2	17,5	50	16	1	0,7	0,3	
5	4	290	150	17	7	104	12	6	9	15	13	2,1	1,8	96	1	56	52	11	4,3	17	172	0,9	17	45,45	18	1,1	0,6	0,4	
6	4	315	135	16	8	115	11	10	11	21	13	2,2	2	92	2	56	52	13	4,2	18,5	330	1	18,4	54,54	16	1,2	0,6	0,29	
7	4	303	125	15	8	110	10	12	9	21	15	1,8	1,6	92	1	56	52	12	4	16	281,6	0,8	16	36,36	17	0,9	1	0,29	
8	4	294	122	15	6	109	11	10	9	19	13	1,9	1,8	96	1	56	52	10	4,4	19,4	266,3	2	19,2	36,27	17	1,2	0,9	0,3	
9	4	320	130	14	7	113	11	12	9,2	21,5	11	1,9	1,6	92	1	56	52	11	4,3	18,5	390,9	2,2	18,5	45,45	15	1	0,7	0,3	
10	4	315	123	13	6	112	11,05	12	9	21	13	2,1	1,8	96	1	56	52	12	4,2	16	390,5	1,1	16	50	14	0,9	0,7	0,29	
11	4	305	131	16	7	109	12	10	11	21	13	2,2	1,9	91	1	56	52	14	4,3	19,4	222,7	0,9	19,4	49,87	16	1,1	0,7	0,3	
12	4	305	150	16	7	109	11	10	11	21	14	1,7	1,5	91	1	56	52	14	4,5	18,5	200	1	18,5	50	18	1,1	0,7	0,3	
13	4	310	155	13	6	104,5	11	10	11	21	11	2	1,9	91	2	56	52	13	4,5	19,5	240,9	1	19,2	50	18	1,1	0,8	0,3	
14	4	315	147	13	7	104	11	12	9	21	11	2	1,9	92	2	56	52	14	4,7	19,6	186,3	0,6	19,4	36,36	16	1,4	0,8	0,3	
15	4	318	155	14	7	106	11	10	9	19	13	2,5	2	91	2	56	52	15	4,1	19,5	209,1	0,9	19,3	50	16	1,3	0,7	0,3	
16	4	303	145	13	7	110	11	10	9	19	13	2,3	1,9	91	1	56	52	14	4,3	20	209,1	0,8	19,6	50	16	1,2	0,9	0,25	
17	4	313	135	13	7	112	11	10	8	18	13	2,2	1,9	92	1	56	52	12	4,3	18	185,3	1,1	17,7	27,29	14	1,3	0,9	0,25	
18	4	295	135	14	7	100,5	11	10	9	19	13	2,1	2	91	1	56	52	12	4,5	21	245,5	1,1	21	50	18	1,2	0,8	0,3	
19	4	283	130	13	7	100,7	11	10	9	19	11	2,1	2	91	1	56	52	12	4,3	19,3	236,3	1	19	50	16	1,2	0,8	0,29	
20	4	275	140	12	7	103	11	11	8	19	13	2,2	2	92	1	56	52	13	4,3	19,4	263,6	1	19	50	16	1,2	0,9	0,3	
n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Σ	80	6004	2754	292	140	2143	210,05	206	185,2	391,5	260	42,1	37,5	1849	25	1120	1040	248	85,5	370,7	4984	21,8	366,9	948,5	325	22,5	15,3	5,96	
Media	4	300,2	137,7	14,6	7	107,1	11,08	10,3	9,26	19,57	13	2,1	1,88	92,45	1,25	56	52	12,4	4,28	18,54	249,2	1,09	18,34	47,42	16,25	1,13	0,77	0,3	
D.E.	0	20,5	10,86	1,6	0,56	4,55	0,41	1,78	0,96	1,9	1,26	0,19	0,16	1,88	0,44	0	0	1,5	0,24	1,4	72,11	0,37	1,37	9,52	1,52	0,15	0,11	0,03	
CV	0	6,83	7,89	10,98	8,03	4,25	3,67	17,28	10,42	9,71	9,67	8,92	8,45	2,03	35,54	0	0	12,1	5,72	7,53	28,94	34,31	7,47	20,08	9,34	13,49	14,86	9,53	
Mín	4	230	122	12	6	100	10	6	8	15	11	1,7	1,5	91	1	56	52	9	3,6	16	131,8	0,6	16	27,29	13	0,9	0,6	0,25	
Máx	4	320	155	17	8	115	12	13	11	21,5	15	2,5	2,1	96	2	56	52	15	4,7	21	390,9	2,2	21	76	19	1,4	1	0,4	

Apéndice 3: Libro de campo del híbrido promisorio L-21-3-1-1 COM-2 × CML-172, evaluado durante la época seca de la EET-Pichilingue.

XII. ANEXOS



Anexo 1. Preparación del terreno



Anexo 2. Preparación de la semilla



Anexo 3. Siembra del híbrido simple y parentales



Anexo 4. Control pre-emergente



Anexo 5. Control post-emergente de manera manual



Anexo 6. Control de insectos plaga



Anexo 7. Fertilización



Anexo 8. Cosecha de las líneas endogámicas y el híbrido simple de maíz



Anexo 9. Días a la senescencia



Anexo 10. Altura de planta



Anexo 11. Altura de inserción de mazorca



Anexo 12. Ancho del tallo



Anexo 13. Grosor del tallo



Anexo 14. Numero total de hojas



Anexo 15. Ancho de hoja



Anexo 16. Longitud de la mazorca



Anexo 17. Diámetro de la mazorca



Anexo 18. Peso de la mazorca



Anexo 19. Peso de la mazorca



Anexo 20. Longitud de la tusa



Anexo 21. Diámetro de la tusa



Anexo 22. Peso de mil granos



Anexo 23. Longitud del grano



Anexo 24. Ancho del grano



Anexo 25. Grosor del grano



Anexo 26. Visita del tutor de la universidad

