

## INTRODUCCIÓN

El éxito del maíz como un cultivo importante para la alimentación de las personas y del ganado se puede atribuir en gran parte al hecho de que se cultiva como híbrido. Los agricultores aceptaron estos híbridos debido a sus rendimientos superiores y a su crecimiento más vigoroso (Paucar, 2011).

El maíz (*Zea mays* L), es considerado el tercer cultivo más importante del mundo, después del trigo y del arroz, debido a que se adapta ampliamente a las diversas condiciones ecológicas y edáficas, se lo cultiva en casi todo el mundo y se constituye en alimento básico para millones de personas, especialmente en América latina (Ortigoza, Lopez, & Gonzales, 2019).

Maíz, palabra de origen indio caribeño, significa literalmente «lo que sustenta la vida». El maíz, que es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y, desde hace poco, combustible. La planta tierna, empleada como forraje, se ha utilizado con gran éxito en las industrias lácteas y cárnicas y, tras la recolección del grano, las hojas secas y la parte superior, incluidas las flores, aún se utilizan hoy en día como forraje de calidad relativamente buena para alimentar a los rumiantes de muchos pequeños agricultores de los países en desarrollo. Los tallos erectos, que en algunas variedades son resistentes, se utilizan para construir cercas y muros duraderos (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, s/f.).

La producción de maíz en Bolivia es uno de los granos más importante para el agro después de la soya donde más de 350.000 hectáreas son producidas en el departamento cruceño, solo si se habla de la campaña agrícola de verano que se siembra en la zona norte y sur de Santa Cruz (Asociacion de productores de oleaginosas y trigo, 2017).

Las variedades criollas de maíz que existen en la región tarijeña alcanzan a 25, por ejemplo, se tiene el romano, culli, overo, pullita blanco y amarillo, el morocho, bicha sara, además de las liberadas por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (Iniaf) como el H1 y el HQ2, sin embargo, en el departamento solo se cultivan unas 12. En un buen año, si no se ha sufrido inclemencias naturales como las heladas, granizadas o sequías se puede obtener hasta 80 quintales por ha. (Patiño, 2019).

Anualmente la producción es de 850 millones de toneladas en grano que se cultiva en una superficie de 162 millones de hectáreas, con una producción promedio de 5.2 t/ha. Los productores más grandes son los EEUU y China que producen 37 y 21% de la totalidad mundial respectivamente (YARA, 2022).

## JUSTIFICACIÓN

Se evaluó a través de diferentes variables, por características cualitativas y cuantitativas (tipo de grano, número de hojas, altura de la planta, longitud de hojas, ancho, días de floración masculina-femenina, número de granos por mazorca, color de tallo, ramificaciones de la panoja, orientación de la hoja, etc.).

El trabajo se realizó con la finalidad de evaluar agronómicamente 5 nuevas accesiones de maíces con el fin de conocer sus características morfológicas, potencialidades productivas y limitaciones de las 5 accesiones de maíz obtenidas mediante cruzamientos entre italiano-colombiano, italiano-mexicano e italiano-boliviano.

Estas accesiones de maíz son nuevas en este ambiente por lo tanto no cuentan con una descripción agronómica y morfológica que ayuden a desarrollar sistemas de producción y establecer épocas definidas para el establecimiento del cultivo que garanticen el crecimiento de estas accesiones de maíz.

Debido a la cantidad limitada de semilla no se pudo realizar varios ensayos en diferentes tipos de suelos y climas, por lo que se realizó técnicas de cruzamiento de medios hermanos con la finalidad de aumentar semillas manteniendo características genéticas para posteriores ensayos.

Accesiones a evaluar:

Accesión 16: VA1268, Rostrato rosso (Italia).

Accesión 17: VA1268, Rostrato rosso, MEX 104.1 (Italia-México).

Accesión 18: VA1268, Rostrato rosso, COL 122.1 (Italia-Colombia).

Accesión 19: VA572, Nostrano dell'Isola, BOL 5 MORADO (Italia-Bolivia).

Accesión 20: VA572, Nostrano dell'Isola, BOL 6 MORADO (Italia-Bolivia).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

•Caracterizar morfológicamente y aumentar la población de semillas mediante la técnica de cruzamiento de medios hermanos de cinco nuevas accesiones de maíz en el CENTRO EXPERIMENTAL DE CHOCLOCA.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

•Describir caracteres fenotípicos de cinco accesiones de maíz italiano, italo-mexicano, italo-colombiano e italo-boliviano cultivados en el centro experimental de Chocloca.

•Incrementar la población de semillas mediante la técnica de cruzamientos de medios hermanos manteniendo las características genotípicas de las cinco accesiones de maíz para futuras investigaciones.

### **HIPÓTESIS**

Ho, no existen diferencias en cuanto a variables biométricas entre los germoplasmas italianos y las accesiones mexicanas, colombianas y bolivianas.

## 1. MARCO TEÓRICO O REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Historia:

Su origen se dio en la región central de México a través de la fusión de plantas que crecían en forma silvestre como el teocintle o teosinte. El maíz, pertenece a la familia de las Poáceas o Gramíneas y es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, es una planta domesticada y altamente productiva que no crece en forma salvaje por lo que es completamente dependiente de los cuidados del hombre. Se considera que el maíz fue cultivado hace aproximadamente 10 mil años a.C. la evidencia más antigua que se tiene, es de hace 6,250 años, evidencia encontrada en la cueva de Guila Naquitz, en Oaxaca, a unos kilómetros de Mitla. El nombre científico de este grano es *Zea Mays* L. Los nahuas de Mesoamérica lo llamaban Centli y durante su propagación por el continente americano adquirió nombres como choclo, jojoto, corn, milho o elote y maíz con la llegada de los españoles a través de la adaptación fonética de mahís (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios, 2018).

Existen varias teorías que intentan explicar el origen del maíz.

**El teocintle:** la mayoría de los investigadores creen que este cereal se desarrolló a partir del teosinte, (*Euchlaena mexicana Schrod*), planta anual que posiblemente sea el más cercano al maíz.

**Maíz silvestre:** otros investigadores suponen que se originó de una antigua forma salvaje de maíz nativo, ahora extinta, en las alturas de México o Guatemala.

**Origen andino:** el maíz se habría originado en los altos andes de Bolivia, Ecuador y Perú (Mangelsdorf y Reeves, 1959) y de las conclusiones de los estudios de Thomas Lynch quienes concluyen que el maíz desde 6200 a.C. está presente en la cueva guitarrero, provincia de Yunga, Perú (Sistema de informacion y documentacion agropecuaria de las americas, s/p).

## 1.2. TAXONOMÍA DEL MAÍZ

CUADRO N° 1

Reino	Vegetal
Phylum	Teleomorphytae
División	Tracheomorphytae
Sub división	Anthomorphyta
Clase	Angiospermae
Sub clase	monocotyledoneae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Sub familia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Nombre científico	<i>Zea mays L.</i>
Nombre común	maíz

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2022)

## 1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La planta del maíz es una especie anual de tallo alto y recto que alcanza alrededor de 2.5 metros de altura y que posee varios entrenudos a lo largo, desde donde crece cada hoja. Estas hojas lanceoladas son muy largas; miden hasta 120 centímetros de longitud y unos 9 centímetros de ancho. El maíz (*Zea mays L.*) produce una inflorescencia masculina y una femenina. Las inflorescencias se componen de grupos

de flores sobre una estructura, normalmente el extremo de un tallo o de una hoja. En este caso, la inflorescencia masculina se desarrolla sobre una espiga y produce polen, mientras que la inflorescencia femenina es una espiga (R.L. Paliwal, s/f).

Las yemas laterales en la axila de las hojas de la parte superior de la planta formarán una inflorescencia femenina (mazorca) cubierta por hojas y que servirán como reserva. Las mazorcas son espigas de forma cilíndrica con un raquis central donde se insertan las espiguillas por pares estando cada espiguilla con dos flores postiladas, una fértil y otra abortiva, en hileras paralelas. Las hojas que se desprenden de los nudos son alternas, lanceoladas y acuminadas, con pequeñas lígulas, naciendo en los nudos de forma alternada. Los entrenudos y las yemas florales están cubiertos por una vaina. La parte superior de la planta está compuesta de una espiga central con algunas ramificaciones laterales que es donde se producirán los granos de polen (Inflorescencia masculina en panícula dominante) (Ortega, 2014).

#### **1.4. MORFOLOGÍA DEL MAÍZ, CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS**

##### **1.4.1. Sistema radicular**

De acuerdo a (Esau 1965; Singh et al., 2010; Hochholdinger y Feix, 1998) citado en (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2019). La raíz del maíz muestra una estructura radicular compleja comparada con el sistema radicular más simple de otras plantas. En el primer caso, las raíces se forman endógenamente en el embrión y consisten de la raíz primaria y de las raíces escutelares que aparecen durante la germinación. Las raíces escutelares seminales son una parte importante para la captación inicial de agua, nutrientes y para el establecimiento de la plántula en el suelo. Las raíces post-embriónicas se forman después de la germinación y continúan creciendo hasta formar un sistema radicular altamente ramificado en las plantas adultas.

Las raíces seminales se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad a la que ha sido sembrada. El crecimiento de esas raíces disminuye después que la plúmula emerge por encima de la superficie del suelo y detiene

completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula. Las primeras raíces adventicias inician su desarrollo a partir del primer nudo en el extremo del mesocotilo. Esto ocurre por lo general a una profundidad uniforme, sin relación con la profundidad a que fue colocada la semilla. Un grupo de raíces adventicias se desarrolla a partir de cada nudo sucesivo hasta llegar a entre siete y diez nudos, todos debajo de la superficie del suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, s.f.).

#### **1.4.2. Tallo**

El tallo del maíz es cilíndrico y hueco lo que hace que sea un poco resistente a fuertes vientos, a sequías o a suelos que no tienen los suficientes nutrientes para su cultivo y evolución. El tallo está principalmente estructurado en: **Epidermis**: es una capa transparente que protege a la planta contra posibles amenazas de insectos u otras enfermedades. **Pared**: es la capa dura por donde transitan las sustancias que lo alimentan. **Médula**: es un tejido flácido y esponjoso que se encuentra en la parte central del tallo y es donde almacena las sustancias alimenticias (del Maiz.info, 2022).

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2019).

#### **1.4.3 Hojas**

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2019).

Las hojas del maíz son alargadas y un poco onduladas, salen alternas, su aspecto en el borde de la hoja es áspero, nacen muy pegadas al tallo y es donde se desarrollan las mazorcas. Se dice que las hojas tienen una gran importancia en el desarrollo y

evolución de los granos. Dependiendo de cómo se cultiva una planta de maíz puede tener de 12 a 24 hojas (del Maiz.info, 2022).

#### **1.4.4. Inflorescencia**

De acuerdo a (Dellaporta y Calderón Urrea, 1994) citado en (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, s.f.) El maíz es una planta monoica; desarrolla inflorescencias con flores de un solo sexo las que crecen siempre en lugares separados de la planta. La inflorescencia femenina o mazorca crece a partir de las yemas apicales en las axilas de las hojas y la inflorescencia masculina o panoja se desarrolla en el punto de crecimiento apical en el extremo superior de la planta.

##### **1.4.4.1. Inflorescencia masculina**

La inflorescencia masculina se le conoce como panoja el cual es llamado errónea y vulgarmente como espiga. La panoja está compuesta por un eje central (prolongación de tallo), del cual se originan varias espigas laterales y una principal en la parte superior, a su vez estas espigas alojan a varias espiguillas que contienen un par de flores con estambres largamente filamentosos en el que se producen los gametos masculinos (polen) (Fitochapingo, 2009).

##### **1.4.4.2. Inflorescencia femenina**

Y la inflorescencia femenina corresponde a una espiga, que se componen de un eje central, grueso y cilíndrico (olote). Está envuelto por un conjunto de estructuras que se les denomina brácteas, comúnmente conocidos como hojas. El conjunto que forman la espiga y las brácteas se le conoce coloquialmente como mazorcas. Las estructuras que aparentan pelos o lo que en lenguaje común le denominan pelos de elote son botánicamente estilos. Por estos estilos penetran el polen que las panojas diseminan para efectuar la fecundación (Fitochapingo, 2009).

#### **1.4.5. Fruto**

Cada grano de maíz en una mazorca es un fruto totalmente independiente, inserto en un eje o raquis cilíndrico, conocido como olote. A estos granos se les llama cariósido y pueden variar en su número y dimensiones, según la especie, creciendo

en hileras a lo largo de la mazorca. Su color estándar una vez alcanzada la madurez oscila entre blanco y amarillo, pudiendo ser también violáceo o rojo en algunas especies (Uriarte, 2020).

#### **1.4.6. Grano de maíz**

Los granos de maíz se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina denominada espiga. Esta estructura puede contener de 300 a 1000 granos según el número de hileras y el diámetro y longitud de la mazorca (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, s/f, p.2).

### **1.5. CLASIFICACIÓN DEL MAÍZ**

Puede ser clasificado en distintos tipos según: la constitución del endosperma y del grano, el color de grano, el ambiente en que es cultivado, la madurez y su uso (Perez, 2016).

Clasificación del maíz:

1. **Maíz duro:** los son redondos, duros y suaves al tacto. El endospermo está constituido sobre todo de almidón duro córneo con solo una pequeña parte de almidón blando en el centro del grano. El maíz duro germina mejor que otros tipos de maíz, particularmente en suelos húmedos y fríos. Es por lo general de madurez temprana y se seca más rápidamente una vez que alcanzó la madurez fisiológica.
2. **Maíz dentado:** es el maíz cultivado más comúnmente para grano y ensilaje. El endosperma del maíz dentado tiene más almidón blando que los tipos duros y el almidón duro está limitado solo a los lados del grano. Cuando el grano se comienza a secar, el almidón blando en la parte superior del grano se contrae y produce una pequeña depresión. Esto da la apariencia de un diente y de aquí su nombre. Los maíces de granos dentados tienen una mayor profundidad de inserción en el olote y tienden a tener a ser más difíciles de trillar que los maíces duros.

3. **Maíz harinoso:** el endospermo de los maíces harinosos está compuesto case exclusivamente de un almidón muy blando, que se raya con la uña. Los tipos de maíces harinosos muestran gran variabilidad en color de grano y textura (Grobman, Salhuana y Sevilla, 1961; Goertz et al., 1978).
4. **Maíz ceroso:** su endospermo tiene un aspecto opaco y ceroso. El almidón en los maíces duros y dentados está comúnmente constituido por cerca 70% de amilopectina y 30% de amilosa; en cambio en los maíces cerosos está compuesto exclusivamente por amilopectina.
5. **Maíz con proteínas de calidad (MPC):** este tipo de maíz tiene un gen mutante recesivo que contiene en su endospermo cerca del doble de lisina y triptófano.
6. **Maíz dulce:** estos tipos de maíces se cultivan principalmente para consumir las mazorcas aun verdes, ya sea hervida o asada. En el momento de la cosecha el grano tiene cerca de 70% de humedad y no ha comenzado aún el proceso de endurecimiento. Los granos tienen un alto contenido de azúcar y son de gusto dulce.
7. **Maíz reventón:** se trata de una forma extrema de maíz duro con endospermo duro que ocupa la mayor parte del grano y una pequeña cantidad de almidón. Los granos son pequeños, con pericarpio grueso y varían en su forma de redondos a oblongos. Cuando se calienta el grano, revienta y el endospermo sale (Perez, 2016).

## 1.6. FISIOLOGÍA DEL CULTIVO

El cultivo de maíz requiere suelos sueltos, fértiles y profundos que den buena condición para el desarrollo de las raíces, la capacidad de infiltración debe ser buena para evitar encharcamiento, pero también debe poder almacenar agua y que permitan un aprovechamiento de los nutrientes. Fuente: (elaboración propia)

Todas las plantas de maíz tienen las mismas etapas generales de desarrollo; sin embargo, el tiempo entre las etapas y el número total de hojas en una planta pueden variar. Por ejemplo, un producto de maduración temprana puede producir menos

hojas o puede desarrollarse a lo largo de etapas de crecimiento más rápidamente que un producto de maduración tardía de ritmo más lento. La variación en el tiempo de desarrollo puede deberse a diferencias en los productos de maíz, ubicaciones, fechas de siembra, temporadas, e impactos (BAYER Vegetables México, 2021).

### CUADRO N°2 Etapas de crecimiento del maíz

ETAPAS	Das*	Características
VE	5	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Vn Es visible el cuello de la hoja número “n” (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo).
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panoja.
R0	57	Antesis o floración masculina, el polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapas de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapas lechosas. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapas masosas. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.

R5	102	Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

\* DAS: número aproximado de días después de la siembra en tierras bajas tropicales, donde las temperaturas máxima y mínima pueden ser de 33°C y 22°C, respectivamente. En los ambientes más frío, se amplían estos tiempos (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2019).

### 1.8. CICLO VEGETATIVO

- **Nascencia:** comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días.
- **Crecimiento:** una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nascencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas.
- **Floración:** a los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos. Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias.

- **Fructificación:** con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño. Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.
- **Maduración y secado:** hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad. A medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello más las condiciones ambientales de temperatura, humedad ambiente (abcAgro, s.f.).

## **1.9. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS**

### **1.9.1. Exigencia de clima**

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C (InfoAgro, s.f.).

### **1.9.2. Riegos**

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando

más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado (InfoAgro, s.f.).

### **1.9.3. Exigencias en suelo**

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (InfoAgro, s.f.).

## **1.10. LABORES CULTURALES**

### **1.10.1. Preparación del terreno.**

El maíz se produce bien en suelos fértiles y profundos, con alto contenido de materia orgánica y con buen drenaje, una adecuada preparación del suelo, ayuda a controlar plagas y enfermedades, enriquecer el suelo y tener una buena germinación de la semilla en la siembra directa. La práctica de arar todos los años a una misma profundidad produce compactación del suelo, justo por debajo de la profundidad a la que se efectúa la arada, esto reduce en forma notable el crecimiento de las raíces y el movimiento del agua en el suelo (HYDRO ENVIRONMENT, 2022).

### **1.10.2. Siembra.**

Procura utilizar semillas recientes con alto porcentaje de germinación. Se recomienda realizar la siembra hasta que el régimen de lluvia esté establecido. No siembres en seco esperando que el maíz germine con la primera lluvia, esto es riesgoso, siembra cuando el suelo haya acumulado suficiente humedad y una temperatura entre 15°C y 30°C, lo cual es ideal para que el grano germine. Puedes realizar la siembra directa o indirecta (HYDRO ENVIRONMENT, 2022).

Se siembra a una profundidad de 5cm. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o a surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm (InfoAgro, s.f.).

### **1.10.3. Fertilización.**

Es muy importante que las estrategias de fertilización se definan a nivel de lote al igual que se hace, por ejemplo, con la elección de los híbridos utilizados y/o el manejo de herbicidas. Cada lote posee características intrínsecas provenientes de la interacción compleja del tipo de suelo, antecedentes (historia agrícola, cultivos antecesores, manejo de labores, etc.) y el efecto del clima local (agritotal, 2022).

**Nitrógeno:** El nitrógeno es esencial para el crecimiento de las plantas, la salud de las plantas y, por lo tanto, también para el rendimiento. Ceñirse a las dosis correctas es crucial, no solo desde el punto de vista ambiental sino también cuando se trata de la salud de las plantas. Se debe adoptar un enfoque basado en las necesidades. En general, se recomienda una cantidad de nitrógeno de aproximadamente 140 - 200 kg N/ha (dependiendo del rendimiento esperado) (KWS SEMILLAS IBÉRICA, S.L.U., s.f.).

**Fosfato:** En cuanto al fosfato, se recomienda la fertilización en suelos con un nivel de suministro medio de 40 a 80 kg/ha de P<sub>205</sub>. Al principio de su desarrollo, especialmente en condiciones de frío, el maíz muestra una pobre adquisición de fosfato. En esta etapa de crecimiento, el sistema de raíces de la planta de maíz aún no está completamente desarrollado y la capacidad de adquisición de fosfato es baja, especialmente en suelos fríos e inactivos o en tiempo frío (KWS SEMILLAS IBÉRICA, S.L.U., s.f.).

**Potasio:** El potasio está involucrado en la activación de numerosas enzimas en el metabolismo de las plantas e influye en la formación de ingredientes y carbohidratos. Además, el potasio es responsable de mantener la presión osmótica de las células y por lo tanto, de regular el equilibrio hídrico. La deficiencia de potasio inhibe la absorción de agua y aumenta el consumo de agua improductiva. La deficiencia de

potasio combinada con el exceso de nitrógeno reduce aún más la resistencia a plagas y enfermedades. Las plantas con un suministro óptimo de potasio sobrevivirán mucho mejor a los períodos de sequía (KWS SEMILLAS IBÉRICA, S.L.U., s.f.).

### 1.11. VALOR NUTRICIONAL

Es un alimento muy completo, que contiene muchas vitaminas y minerales que favorecen nuestro metabolismo. Fueron las civilizaciones precolombinas las que establecieron el maíz como uno de los alimentos básicos en su dieta y fueron los españoles quienes lo trajeron a Europa.

#### CUADRO N° 3 Valor nutricional del maíz

Valor nutricional de 100 gramos de Maíz	
Calorías	86kcal
Carbohidratos	19 g
Grasas	1,2 g
Proteínas	3,2 g
Ácido fólico	49 µg
Potasio	270 mg

**Fuente:** (Lavanguardia, 2022).

**Propiedades del maíz:** Es una fuente de antioxidantes que combaten el envejecimiento celular, rico en fibra e hidratos de carbono. Contiene ácido fólico y otras vitaminas, también está presente el calcio que ayuda a mantener los huesos fuertes (Lavanguardia, 2022).

### 1.12. CALIDAD FÍSICA DE LA SEMILLA

Para todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla a sembrar para procurar el éxito. La semilla es el material de partida para la producción. Es condición indispensable que tenga una buena respuesta bajo las condiciones de siembra y que produzca una plántula vigorosa para alcanzar el máximo rendimiento. Por lo tanto, podemos afirmar que, suelo más fértil, agua

abundante, mejores productos fitosanitarios, pierden su valor en ausencia de una buena semilla, que tiene una posición clave para incidir en la producción (Farrás, s/f).

#### **1.12.1. Pureza física**

Afectada por la presencia o ausencia de cualquier contaminante distinto de la semilla deseable. Estos contaminantes pueden ser: materiales inertes, insectos, semillas de otras especies. También comprende la integridad física de la semilla (semilla quebrada), tamaño, peso de 1.000 semillas y contenido de humedad. Cada una de estas cualidades contribuye para originar plantas productivas de la especie y cultivar deseados. La debilidad en cualquiera de ellas introduce un factor limitante y como consecuencia, cultivos poco productivos. (Farrás, s/f).

#### **1.12.2. Porcentaje de germinación**

Los resultados de un ensayo de germinación pueden expresarse en diferentes maneras, incluyéndose el porcentaje de germinación, la energía germinativa y la capacidad germinativa. El porcentaje de germinación, o el porcentaje real de todas las semillas de la muestra que han germinado durante las pruebas, es útil para comparar la calidad de las colecciones de semillas en los programas de ensayo y en la investigación (Thames, s/f).

La energía germinativa se refiere al porcentaje de semilla en la muestra que ha germinado durante una prueba hasta el momento en que la cantidad de semilla que germina por día ha llegado a su máximo. La capacidad de germinación es la cantidad total de semillas en la muestra que ha germinado en un ensayo, más la cantidad de semillas que queda por germinar, pero que son aún sanas al final de la prueba, expresadas en porcentajes. Los resultados de un ensayo de germinación se usan a menudo para calcular la cantidad de semilla que debe sembrarse para obtener una cierta cantidad de plántulas. Sin embargo, debe recordarse que la cantidad real de plántulas sobrevivientes puede ser muy inferior a la que indica los ensayos de germinación, por las pérdidas debidas a condiciones desfavorables climáticas, por los roedores y pájaros, insectos y enfermedades (Thames, s/f).

### **1.12.3. Porcentaje de humedad**

De acuerdo a (Cristensen y Kaufinan, 1976) citado en (Arévalo, 2004). El contenido en agua de una muestra de semillas será el peso que haya perdido al desecarla o bien la cantidad de agua obtenida al destilarla, ya que ambos métodos son admitidos por las reglas internacionales (I.S.T.A, 1976). El conocimiento del contenido de humedad preciso en los granos y semillas es importante por dos razones: 1) en el mercadeo, el agua está siendo vendida y comprada al mismo precio del grano al cual forma parte, 2) en el almacenamiento, el contenido de humedad es el factor más importante en la conservación de granos y semillas sobre todo por su influencia en la proliferación y desarrollo de hongos de almacén.

### **1.13. IMPORTANCIA ECONÓMICA**

“El maíz, es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos, a los animales y es una materia prima básica de la industria” (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios, 2018).

Con una producción de aproximadamente 347,1 millones de toneladas en 2019, Estados Unidos se mantuvo como el principal país productor de maíz del mundo. China y Brasil se situaron en segunda y tercera posición, respectivamente (Orús, 2021).

La producción de maíz a nivel mundial es más grande que cualquier otro cereal. Anualmente la producción es de 850 millones de toneladas en grano que se cultiva en una superficie de 162 millones de hectáreas, con una producción promedio de 5.2 t/ha. Los productores más grandes son los EEUU y China que producen 37 y 21% de la totalidad mundial respectivamente (YARA, 2022).

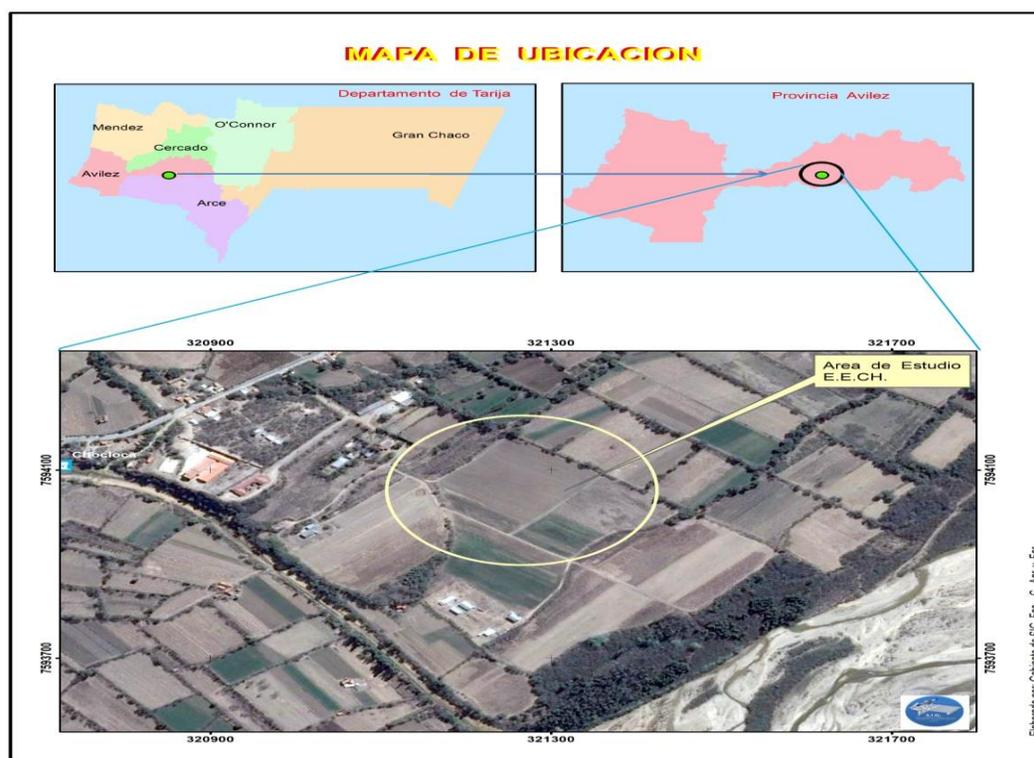
## 2. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Ubicación del Centro experimental de Chocloca

El presente trabajo se realizó en el terreno del centro experimental de Chocloca dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

El C.E.CH. Cuenta con una superficie de 25.8 ha, se ubica 36 kilómetros al sur de la ciudad de Tarija capital del departamento de Tarija, en la comunidad de Chocloca geográficamente se encuentra entre las coordenadas  $21^{\circ} 45'$  de latitud sur y  $64^{\circ} 44'$  de longitud oeste, a una altura de 1806 m.s.n.m. (5925 pies) en el margen izquierdo y parte baja se encuentra el río Camacho y sub cuenca la quebrada El Huayco, correspondiente a la provincia Avilés municipio de Uriondo. CHOCLOCA, la comunidad tiene alrededor de 424 habitantes.

### Ubicación geográfica del centro experimental de chocloca (imagen satelital)



## 2.2. FACTORES CLIMÁTICOS

La zona se caracteriza por un clima templado semiárido con temperaturas bajas. Esto corresponde a los valles de la cordillera oriental (valle central de Tarija, valle de la Concepción, Padcaya, San Lorenzo) con temperaturas medias anuales entre 13 y 18° C.

De acuerdo a (S.E.N.A.M.I. 2015) citado en (Ocampo, 2021). Tiene una temperatura anual de 18.7°C y una precipitación promedio anual de 650mm, una humedad relativa del 71% , la temperatura máxima extrema se registró en el mes de septiembre de 1993 con 37 grados, la mínima extrema en julio de 1993 con – 7.0 grados.

## 2.3. VEGETACIÓN NATURAL

La vegetación nativa que se encuentra en la zona corresponde a matorrales xerofíticos, plantas arbóreas residuales de antigua vegetación, matorrales dispersos y especies introducidas.

Plantas en producción se tiene frutales, hortalizas, legumbres y bayas.

### CUADRO N° 4

#### Vegetación nativa e introducida del CECH

Nombre común	Nombre científico	Familia
Jarca	<i>Acacia visco</i> Lorentz ex Griseb.	Leguminosae
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i> (Gill.ex Hook. & Arn.) Burkart	Leguminosae
Tusca	<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook.& Arn.	Leguminosae
Sauce llorón	<i>Salix babilónica</i> L.	Salicaceae

Álamo blanco	<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae
Paraíso	<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae
Casuarina	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	Casuarinaceae
Churqui	<i>Acacia caven</i> (Molina)Molina	Leguminosae
Molle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae
Eucalipto	<i>Eucaliptus</i> sp.	Myrtaceae
Sina sina	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Leguminosae
Taco negro	<i>Prosopis</i> sp.	Leguminosae
Ciprés	<i>Cupresus</i> sp.	Cupresaceae

FUENTE: (Herbario Universitario (T.B.), 2023)

### 2.3.1. Cultivos de la zona

Se cultivan diferentes especies de frutales y hortalizas que son importantes en la actividad económica de la comunidad, entre los más importantes se tiene los: durazneros, uva, manzana, nogal, papa, cebolla, maíz, tomate, zanahoria, arveja, alfalfa, avena.

### 2.3.2. Suelos

Los suelos del C.E.CH. Son de origen aluvial y fluvio-lacustre los primeros son generalmente profundos de texturas media a finas. En cambio, los suelos de la zona colinosa de origen fluvio-lacustre tienen profundidad variable, de textura fina a medidas, gravosas y muy susceptibles a procesos de erosión hídrica.

**CUADRO N° 5****División fisiográfica de los terrenos del CECH**

<b>GRAN PAISAJE</b>	<b>PAISAJE</b>	<b>SUB PAISAJE</b>	<b>ELEMENTO DE PAISAJE</b>
Llanura lacustre	Zona colinosa	Ladera	1 área antrópica 2 fuertemente inclinada
		Inferior	3 ligeramente inclinada
Llanura aluvial del río Camacho	Reciente sub reciente	Terraza alta	4 casi plano 5 plano cóncavo 6 casi plano
		Terraza intermedia	7 ligeramente inclinado 8 plano cóncavo
		Terraza baja	9 casi plano
		Lecho del río	10 Zona aluvial amortiguación

FUENTE: (Cuenca R.P., 2005)

**2.4. VÍAS DE COMUNICACIÓN**

El acceso al Centro experimental de Chocloca es por la carretera Tarija- Chaguaya que está a unos 45 min de la ciudad, carretera totalmente pavimentada que hace fácil el acceso a la zona.

## **2.5. MATERIALES**

### **2.5.1. Material vegetal**

En el presente trabajo de investigación se utilizó 90 semillas por accesión recibidas mediante el convenio (ACUERDO DE COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE LA U.A.J.M.S. Y CREA –CI y ASPEM), procedentes del **centro de investigación en Cultivos de Cereales y Cultivos Industriales de Bergamo** (CREA- CI), cada una con su respectiva identificación.

El material vegetal es el siguiente:

Accesión 16: VA1268, Rostrato rosso(Italia).

Accesión 17: VA1268, Rostrato rosso, MEX 104.1 (Italia-México).

Accesión 18: VA1268, Rostrato rosso, COL 122.1 (Italia-Colombia).

Accesión 19: VA572, Nostrano dell'Isola, BOL 5 MORADO (Italia-Bolivia).

Accesión 20: VA572, Nostrano dell'Isola, BOL 6 MORADO (Italia-Bolivia).

### **2.5.2. Abonos**

Se aplicaron los siguientes fertilizantes:

Estiércol de vaca

Nitrato de potasio

Urea

### **2.5.3. Material de campo**

Azadón

Pala

Flexómetro

Wincha

Mochila

Arado

Tijeras

Bolsas de papel craft para la recolección de polen

Bolsas de papel glassine para cubrir la flor femenina

Mandil

Clips

Engrampadora

Marcadores

Letreros

#### **2.5.4. Material de registro**

Libreta para datos

Cámara fotográfica

Regla

Pie de rey

Balanza de precisión

Frascos de plástico

Calculadora

#### **2.5.5. Equipos**

Estufa eléctrica de laboratorio para esterilización y desecación

Incubadora para germinación

Balanza analítica

## **2.6. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL MAÍZ**

Se inició con la siembra del maíz en las parcelas ubicadas en el centro experimental de Chocloca, se comenzó registrando los datos como emergencia de las plantas, etc. Posteriormente se realizó el aporque seguido del deshierbe. Cuando alcanzaron la fase reproductiva y comenzaron a brotar las flores masculinas y femeninas se tomó datos, se cubrió y marco las plantas que estaban listas para realizar la polinización de medios hermanos de un total de 50 a 60 plantas por accesión. Posteriormente cuando las mazorcas ya estén con una humedad del 25 a 30 % se realizó la cosecha y seguidamente la caracterización de las mazorcas y granos. Para el registro de datos y caracterización de las plantas y mazorcas, se ha tomado en cuenta las recomendaciones establecidas en el descriptor del CIMMYT/IBPGR (1991), complementado con documentos relacionados de caracterización descritos por otros autores.

Al terminar con la toma de datos de caracterización de las diferentes variables de respuesta se realizó el control de calidad de la semilla en el laboratorio de fitopatología de la facultad de ciencias Agrícolas y Forestales, determinando:

1. Pureza física de la semilla
2. Porcentaje de germinación
3. Porcentaje de humedad

Con todos los datos obtenidos se realizó la evaluación de la información y se realizaron las conclusiones del trabajo de investigación.

### **2.6.1. Diseño de los ensayos**

Por la cantidad limitada de semillas para el trabajo de investigación no se pudo elaborar un diseño experimental que cuente con varias repeticiones. Este ensayo consto de 5 parcelas distribuidas en línea, para cada accesión se trabajó en una parcela y cada parcela tenía 3 surcos de 5 metros de largo.

### 2.6.2. Análisis estadístico

Se aplicó estadística descriptiva aplicada a la agricultura.

Con este análisis estadístico se logró interpretar datos que nos ayudaron a explicar condiciones regulares e irregulares de los ensayos que se realizaron.

Con la base de datos de las variables de respuesta de las 5 accesiones de maíz se realizó las siguientes pruebas de hipótesis estadística:

1. Media
2. Error típico
3. Mediana
4. Moda
5. Desviación estándar
6. Varianza
7. Coeficiente de asimetría
8. Rango
9. Mínimo
10. Máximo
11. Coeficiente de variación

### 2.6.3. Descripción de las parcelas

La siembra fue de manera manual con una distancia entre semillas de 25 cm, intercalando cada golpe con una semilla y la siguiente dos semillas. La profundidad de siembra es aproximadamente de 5 cm.

Accesión 16	3m	Accesión 17	3m	Accesión 18	3m	Accesión 19	3m	Accesión 20
5m	1m		1m		1m		1m	

N° de parcelas: 5 parcelas.

Largo de surcos: 5 m.

Distancia de surco a surco: 0,60 cm.

Ancho de la parcela: 3 m.

Surcos por parcela: 3

Distancia entre parcelas: 1m

## **2.7. DESARROLLO DEL ENSAYO**

### **2.7.1. Preparación del terreno**

Para el siguiente trabajo de investigación en la selección del terreno se consideró la disponibilidad del mismo en el Centro experimental de Chocloca con los siguientes aspectos: superficie del terreno, pendiente y disponibilidad de riego.

La superficie del terreno fue de 30 metros de largo y 15 metros de ancho, el espacio entre parcelas es de 1 metro, las calles de 0,70 cm y el espacio entre surcos fue de 0,60 cm.

Un mes antes de la siembra se preparó el terreno realizando el arado para remover el suelo y posteriormente se hizo el surcado, también se tuvo que realizar un riego para darle la humedad necesaria y que germine la semilla sin dificultades.

### **2.7.2. Labores culturales**

Después de la selección del terreno y la preparación, se continuo con la arada, pasada de rastra y el surcado.

Para realizar la siembra, previamente el suelo tiene que tener un porcentaje de humedad óptimo para que haya una adecuada germinación, después se fertiliza y se terminó cubriendo las semillas con la tierra.

Se registraron datos que se observaron a medida que se fue desarrollando la planta, al pasar unas semanas se realizó el aporque y se aprovechó para realizar la segunda

fertilización. Cuando las plantas han perdido gran porcentaje de humedad llegando a un 25 a 30 % se realizó la cosecha.

### **2.7.3. Siembra**

Se realizó el trazado de acuerdo al diseño de parcelas ya mencionado anteriormente, utilizando wincha, estacas y azadón. La fecha de siembra fue el 30 de diciembre con una profundidad de siembra de 5 cm aproximadamente con 25 cm de distancia entre plantas, se intercaló por golpe de la siguiente forma: un golpe una semilla el siguiente golpe dos semillas hasta completar las 30 semillas por surco.

### **2.7.4. Fertilización**

Se realizó un análisis de suelos donde se identificó los elementos en déficit del terreno, este estudio de suelos se realizó en el laboratorio del Servicio Departamental Agropecuario y Ganadero (SEDAG). La toma de muestras fue con el método en sig sag en todo el terreno a una profundidad aproximada de 20 cm, posteriormente se homogeneizó la muestra y se mandó al laboratorio para el estudio. Los análisis mostraron los siguientes resultados: Anexo N°4.

Para el presente ensayo se determinó el siguiente nivel de fertilización por hectárea 200-27-240 es decir 200 kg de N, 27 kg de fósforo y 240 kg de potasio. El Nitrógeno se aplicó en dos oportunidades al momento de siembra se aplicó nitrato de potasio y urea en el momento del aporque.

El abono orgánico se aplicó en el mes de octubre a razón de 40000 kg/hectárea (1050 kilogramos de estiércol por los 262,5 m<sup>2</sup>).

### **2.7.5. Raleo**

El raleo se realizó de acuerdo al tamaño y desarrollo de las plantas de maíz, es decir que se eliminó plantas débiles y deformes con la finalidad de lograr plantas más uniformes y de mayor vigor.

### **2.7.6. Aporque**

Esta labor es indispensable en el cultivo de maíz para que tenga un mejor anclaje y desarrollo, se realizó el aporque cuando la planta tenía una altura aproximada de 50 cm, se incorporó la urea y se levantó la tierra a la base de la planta cuidando de no lastimar ninguna.

### **2.7.7. Tratamientos fitosanitarios**

Los tratamientos fitosanitarios son necesarios para garantizar que todas las plantas de maíz estén libres de plagas y de insectos que sean perjudiciales para ellas. Al evidenciar la presencia de gusano cogollero aplicamos los siguientes insecticidas: SPARTACO 500 PS y TRACER y de esta manera se previno el ataque de otras plagas propias del cultivo.

### **2.7.8. Riegos**

La disponibilidad de agua es importante en el cultivo de maíz especialmente en el desarrollo y floración. Se realizó el riego en dos oportunidades, a pocos días después de la emergencia de la planta con el riego por aspersión y la segunda oportunidad se lo realizó por inundación.

### **2.7.9. Polinización**

Se inició con la selección y marcado de plantas que se observó con un buen desarrollo de la flor masculina para luego cubrir con sobres de papel craft y así recolectar el polen.

Al mismo tiempo se observó si las flores femeninas comenzaron a emerger de las axilas de la planta, las espigas con estilos ya desarrolladas se cubrieron con sobres glassine para que no haya contaminación de otro polen ajeno a la accesión trabajada.

Después de todo este procedimiento se comenzó a recolectar el polen en los sobres craft y con sumo cuidado se fue polinizando cada espiga que fue seleccionada y cubierta para realizar este trabajo.

### **2.7.10. Cosecha**

Se realizó cuando el maíz alcanzó la madurez fisiológica con un porcentaje de humedad de aproximadamente del 25 %. Se puso a secar al ambiente hasta llegar a un 8 % aproximado de humedad para luego desgranar y almacenar las semillas para posteriores investigaciones.

### **2.7.11. Densidad poblacional y área de cosecha**

Se calcula el número de plantas por hectárea de acuerdo a la distancia entre surcos por la distancia entre plantas.

Dist. Surcos x dist. Plantas

$0,70 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} = 0,175 \text{ m}^2$

$10000 \text{ m}^2 / 0,175 \text{ m}^2 = 57142,85 \text{ pl/ha}$

### **Área de cosecha**

Dist. Surcos x largo de surco

$0,70 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 2,8 \text{ m}^2 \text{ área de cosecha}$

## **2.8. TOMA DE DATOS**

### **2.8.1. Registro de diferentes estadios**

El trabajo dio comienzo a finales de diciembre del 2021. Desde el día de la siembra se empezó a tomar datos y registrarlos como días a la emergencia, días a la floración masculina, días a la floración femenina y madurez fisiológica del cultivo.

### **2.8.2. Variables de respuesta**

Para tomar datos de las variables cualitativas y cuantitativas se lo realizó a base del descriptor del (CIMMYT, IBPGR. 1991) y otros documentos como: descriptor de variedades inscritas en el registro nacional de variedades del INIAF (2017), programa colaborativo de fitomejoramiento participativo en Mesoamérica y guía práctica para la descripción preliminar de colectas de maíz (proyecto: Conocimiento de la diversidad y distribución actual de maíz nativo y sus parientes silvestres en México).

### **2.8.2.1. Variables cualitativas**

1. Color de tallo
2. Pubescencia de la vaina foliar
3. Cobertura de la mazorca
4. Forma de la mazorca
5. Disposición de las hileras de granos
6. Color del olote
7. Tipo de grano
8. Color de grano
9. Forma del grano
10. Presencia de la lígula foliar
11. Orientación de hoja
12. Tipo de panoja
13. Daño en la mazorca

### **2.8.2.2 Variables cuantitativas**

1. Días a la emergencia
2. Días a la floración masculina
3. Días a la floración femenina
4. Días a la cosecha
5. Altura de la planta
6. Altura de la mazorca
7. Número de hojas por planta
8. Número de hojas arriba de la mazorca
9. Longitud de la hoja
10. Ancho de la hoja
11. Número de nervaduras
12. Longitud de la panoja
13. Longitud del pedúnculo de la panoja
14. Longitud de la ramificación de la panoja

15. Número de ramificaciones primarias, secundarias y terciarias
16. Acame de raíz
17. Acame de tallo
18. Longitud de la mazorca
19. Longitud del pedúnculo de la mazorca
20. Diámetro de la mazorca
21. Peso de la mazorca
22. Diámetro del olote
23. Número de brácteas
24. Número de hileras por mazorca
25. Número de granos por hilera
26. Peso del grano sin mazorca
27. Peso de la mazorca sin grano
28. Peso de 100 granos
29. Longitud del grano
30. Ancho del grano
31. Grosor del grano

## **2.9. VARIABLES CUALITATIVAS**

### **Color de tallo**

Existen diferentes colores en tallo en el maíz pudiendo llegar a ser de un color verde, rojo intenso, rojo sol, morado, café. Se observó el color de tallo de la parte del entrenudo en el momento de la floración de las plantas más vigorosas.

### **Pubescencia de la vaina foliar**

Se observó en el momento de la floración, puede ser escasa, intermedia y densa.

### **Cobertura de la mazorca**

La observación se realizó después de la cosecha y puede ser pobre, intermedia y buena. Esta característica es deseable en la mazorca debido a que evita el ingreso de insectos.

**Forma de la mazorca**

Se observó la forma una vez quitada las brácteas. Pueden ser: cilíndrica, cónica y cilíndrica-cónica.

**Disposición de las hileras de los granos**

Este dato se observó en las mazorcas mejor desarrolladas, pueden ser regulares, irregulares, rectas y en espiral.

**Tipo de grano**

El tipo de grano puede ser harinoso, duro, dentado, cristalino, reventador, tunicado. Se observó después del desgranado de la mazorca en el momento de registrar datos del grano.

**Color del grano**

Los colores pueden ser blanco, amarillo, morado, café, anaranjado, rojo, jaspeado, etc. De la misma manera que el anterior punto se observó después del desgranado de la mazorca.

**Forma del grano**

Después del desgranado se observó la forma del grano que puede variar entre contraído, dentado, plano, redondo, puntiagudo y muy puntiagudo.

**Orientación de la hoja**

Este dato se tomó después de la floración de la planta, pueden ser erectas o colgantes.

**Presencia de la lígula foliar**

Este dato se observó en la fase de floración y se representa de la siguiente forma, presente (+) o ausente (0).

**Tipo de panoja**

Se definió el tipo de panoja de la planta en el estado lechoso, cuando la flor masculina se desarrolló completamente. Pueden ser: primaria, primaria-secundaria y primaria-secundaria-terciaria.

**Daño en la mazorca**

Se evaluó el daño existente cuando la planta alcanzó la madurez fisiológica.

**2.10. VARIABLES CUANTITATIVAS****Días a la emergencia**

Se contó desde el día de la siembra hasta que la planta tenga hojas verdaderas y más del 50% haya emergido.

**Días a la floración masculina**

Se tomaron datos desde el día de la siembra hasta que las plantas mostraron un 50% más uno en la liberación de polen.

**Días a la floración femenina**

Se tomaron datos desde el día de siembra hasta que las plantas mostraron un 50% más uno de las flores femeninas.

**Días a la cosecha**

Se registró desde el día de siembra hasta que la planta haya alcanzado su madurez fisiológica.

**Altura de la planta (cm)**

Se tomó la medida desde el suelo hasta la base de la panoja. Se toma este dato cuando la planta ya tenga desarrollada la flor masculina.

**Altura de la mazorca (cm)**

Se registró la medida desde el suelo hasta el nudo donde se inserta la mazorca más alta.

**Número de hojas arriba de la mazorca**

Se contó las hojas que se encuentran por encima de la mazorca más alta, incluyendo la hoja de la mazorca. Se evaluó en 10 plantas por accesión.

**Número de hojas de la planta**

Este dato se tomó después de la fase de floración, se evaluó en 10 plantas por accesión.

**Longitud de la hoja (cm)**

Se midió desde la lígula hasta el ápice de la hoja. Este dato se toma de las cinco plantas más vigorosas y se promedia.

**Ancho de la hoja (cm)**

Se midió la parte más ancha de la hoja, de las mismas que medimos la longitud y se promedia.

**Número de nervaduras de la hoja**

El dato se tomó de las hojas de la planta en cada accesión, es recomendable contar en contra luz para poder observar mejor las nervaduras.

**Longitud de la panoja (cm)**

Este dato se registró desde el comienzo de la ramificación de la panoja hasta el ápice del eje central de la misma.

**Longitud del pedúnculo de la panoja (cm)**

Se midió desde el nudo donde nace la panoja hasta la primera ramificación.

**Longitud de la ramificación de la panoja (cm)**

Se midió dónde comienza la primera ramificación hasta la base de la última ramificación.

**Número de ramificaciones primarias, secundarias y terciarias**

El conteo de las ramificaciones se realizó después del estado lechoso cuando dejen de liberar polen.

**Acame de raíz y de tallo**

Se evaluó las plantas que sufrieron acame de raíz o tallo unas semanas antes de la cosecha.

**Longitud de la mazorca (cm)**

Este dato se tomó después de la cosecha, se midió desde la base de la mazorca hasta el ápice de la misma.

**Longitud del pedúnculo de la mazorca (cm)**

Se midió desde el punto de inserción del pedúnculo de la mazorca en el tallo hasta la base de la mazorca.

**Diámetro de la mazorca (mm)**

La medición se realizó después de la cosecha con ayuda de un vernier se mide la parte central de la mazorca.

**Peso de la mazorca (gr)**

Con la ayuda de una balanza de precisión se pesó la mazorca entera, se toma el dato de 5 a 10 mazorcas para tener una media.

**Diámetro del olote (mm)**

Al terminar el desgranado de la mazorca se midió con la ayuda de un vernier.

**Número de brácteas por mazorca**

Antes del desgranado del maíz se contó el número de brácteas de cinco mazorcas y se registró la media.

**Número de hileras por mazorca**

Se realizó el conteo de las hileras de la parte central de la mazorca.

**Número de granos por hilera**

Se contó el número de granos de cada hilera de la mazorca. Se evaluó únicamente en mazorcas polinizadas.

**Peso del grano sin mazorca**

Se registró el peso después de pesar la mazorca completa, se evaluó de 5 a 10 mazorcas.

**Peso de la mazorca sin grano**

Este dato se tomó de las mismas mazorcas que se utilizaron para pesar anteriormente el peso de grano sin mazorca.

**Peso de 100 granos (gr)**

Al terminar el desgranado pesamos 100 granos en una balanza de precisión de cada accesión.

**Longitud del grano (mm)**

Se realizó la medida de 10 granos de la parte media de la mazorca y se sacó un promedio.

**Ancho de grano (mm)**

Se utilizaron los mismos granos que se usaron para medir la longitud.

**Grosor de grano (mm)**

Se midió los mismos granos que se usaron para medir la longitud y el ancho.

**2.11. METODOLOGÍA PARA LA CRUZA DE MEDIOS HERMANOS**

El en presente trabajo de investigación se siguió las recomendaciones de procedimiento descrito por Clure 2009 en mejoramiento genético del maíz (curso de especialización en producción de maíz módulo 4) y las técnicas de mejoramiento genético (manual de enseñanza experimental) de la Universidad Autónoma de México, descritas por Solares y Gómez 2012.

### **2.11.1. Selección de la planta**

Dentro de las parcelas donde se trabajó las accesiones, realizamos la selección de las plantas vigorosas y homogéneas que servirán de plantas madre tanto para la recolección de polen y para el desarrollo de las mazorcas. Se observó planta por planta para marcar con un distintivo que señalan las flores masculinas y flores femeninas adecuadas para la polinización.

### **2.11.2. Cobertura de las flores femeninas**

Este proceso se realizó cubriendo con sobres glassines las flores femeninas que muestren desarrollo de estigmas para que no ocurra una polinización libre.

### **2.11.3. Recolección del polen**

Cuando la flor masculina comenzó a expulsar el polen se tuvo que cubrir la panoja con sobres craft, pasada las 24 horas se cosechó el polen de todas las plantas que se cubrieron y seguidamente se mezcló en un solo sobre teniendo cuidado de no contaminar su interior, el polen recolectado se usó para la polinización de las flores femeninas que anteriormente fueron seleccionadas.

### **2.11.4. Polinización**

Una vez ya echo los anteriores pasos como la selección de flores femeninas para polinizar y la recolección de polen, se comenzó a polinizar levantando el papel glassine de la flor femenina con mucho cuidado de no contaminar después se realizó el vaciado del polen sobre los estilos y se volvió a cubrir con el papel glassine y encima otro papel craft colocando el distintivo de (H) que significa medios hermanos, del mismo modo continuamos con las demás plantas.

## 2.12. CALIDAD DE LA SEMILLA

### 2.12.1. Porcentaje de pureza

Para realizar este estudio separamos una muestra de 100 gramos de semilla pesándolo en una balanza de precisión, posteriormente realizamos la separación con una pinza las semillas puras de los materiales como ser: materia inerte, basuras u otras semillas que no sean de la misma accesión. Ya separada la muestra de dichos materiales volvemos a realizar el pesaje de las semillas y se procede a calcular de la siguiente manera.

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100$$

**Peso inicial**= peso original de la muestra de semilla.

**Peso final**= peso después de separar materiales inertes.

La estructura de las semillas puras se puede tomar en cuenta: las semillas inmaduras, las de tamaño inferior, arrugadas o germinadas siempre y cuando pertenezcan a la misma accesión. A excepción de semillas con hongos, masas esporíferas o agallas.

### 2.12.2. Porcentaje de humedad

Realizamos el estudio con una muestra de 50 gr de semilla, primeramente pesaremos las cajas Petri (1 unidad) para cada muestra de cada accesión donde pondremos las semillas y luego añadimos los 50 gr de semilla, una vez registrado el pesaje los pondremos en la estufa eléctrica de laboratorio que sirve para esterilización y desecación.

Dejamos estas muestras a una temperatura constante de 60 °C, tomando datos del peso cada cierto tiempo hasta llegar a una constante de peso de semilla y luego aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100$$

**Peso inicial**= peso de la muestra antes de entrar a la estufa.



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de tabular y analizar los datos de campo se presentan los resultados establecidos en la presentación tanto parámetros cualitativos, como cuantitativos.

#### 3.1. Caracterización morfológica de la planta

**CUADRO N°7 parámetros cualitativos según el descriptor del (CIMMYT, IBPGR. 1991) y descriptor de variedades inscritas en el registro nacional de variedades del INIAF (2017).**

Variables cualitativas	Accesión 16	Accesión 17	Accesión 18	Accesión 19	Accesión 20
Color de tallo	Verde	Verde	Café	Café jaspeado	Morado vino
Orientación de la hoja	Erecta	Erecta	Erecta	Colgante	Colgante
Tipo de panoja	Primaria-secundaria	Primaria-secundaria	Primaria-secundaria	Primaria-secundaria	Primaria-secundaria
Pubescencia de la vaina foliar	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Densa	Escasa
Cobertura de la mazorca	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Forma de mazorca	Cilindro cónica				
Presencia de la lígula foliar	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Disposición de hileras de granos	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Color de olote	Blanco	Blanco	Amarillo	Rojizo	Rojizo
Tipo de grano	Corneo dentado	Dulce	Corneo dentado	Harinoso	Harinoso
Color de grano	Rojo naranja	Morado rojizo	Rojo oscuro	Morado	Morado vino
Forma de grano	Puntiagudo	Dentado	Redondo puntiagudo	Redondo	Redondo dentado

Analizando el cuadro N° 7, referente a las variables cualitativas descritas en el descriptor del CIMMYT, IBPGR. 1991) y descriptor de variedades inscritas en el registro nacional de variedades del INIAF (2017). Se puede destacar que las cinco accesiones estudiadas tienen buena cobertura de la mazorca, una forma cilíndrica cónica de la mazorca, la disposición de las hileras de granos es regular y todas presentan lígula foliar.

El resto de los parámetros cualitativos difieren en cada accesión como se muestra en el cuadro.

### 3.2. CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS

#### 3.2.1. Días a la emergencia

En el siguiente cuadro se presenta el registro de los días transcurridos en el que la planta emerge, registramos los días desde la siembra.

El porcentaje de emergencia se realizó en relación al número de semillas sembradas en la accesión.

**TABLA 1: Días a la emergencia y porcentaje de emergencia**

Accesiones	Días a la emergencia	Porcentaje de emergencia %
Accesión 16	10	31,1
Accesión 17	10	65,5
Accesión 18	7	56,6
Accesión 19	7	75,5
Accesión 20	7	84,4

Según lo que se muestra en el cuadro la accesión 20 es la que tiene un buen porcentaje de emergencia superando el 80 %.

La accesión 19 llegando al 75 % con una leve caída en la emergencia que puede darse por motivos externos.

Se tiene la accesión 18, accesión 17 y accesión 16 con un porcentaje bajo y muy bajo en esta última en la emergencia de las plántulas.

Una adecuada germinación no garantiza la emergencia exitosa del cultivo de maíz, para ello el coleóptilo debe alcanzar la superficie del suelo antes de que las hojas que tiene en su interior se expandan. Normalmente el maíz requiere de 100 a 120 GDD (grados días de desarrollo o suma térmica) para emerger, es entonces que la emergencia bajo condiciones favorables puede tomar de 5 a 7 días o hasta cuatro semanas en suelos con temperaturas muy frías (INTAGRI S.C., 2015).

Estos problemas en la emergencia puede darse por distintos factores como puede ser: que no haya una temperatura adecuada y uniforme, una humedad uniforme, que no exista un contacto adecuado y uniforme de la semilla con el suelo que es importante para la absorción de agua.

### 3.2.2. Desarrollo de la flor masculina, femenina

En el siguiente cuadro se muestra los días a la floración masculina y floración femenina, también se muestra los días a la cosecha. Se registraron los datos desde la siembra hasta la floración del 50 % + 1 en relación a las plantas emergidas tanto en la flor masculina como femenina.

**TABLA 2: Desarrollo de la flor masculina y femenina**

Accesiones	Días a la floración masculina	Días a la floración femenina	Días a la cosecha
Accesión 16	74	67	141

<b>Accesión 17</b>	78	81	145
<b>Accesión 18</b>	80	82	145
<b>Accesión 19</b>	64	67	138
<b>Accesión 20</b>	64	68	138

Como se puede observar en la presente tabla todas las accesiones manifiestan una buena sincronía floral, excepto que en la accesión 16 en primero en florecer fue la flor femenina, lo que se puede atribuir de manera preliminar a la diferencia del fotoperiodo (Italia 16 horas luz y Tarija 14 horas luz).

La FAO toma, como unidad de medida las condiciones edafoclimáticas del cinturón maicero estadounidense (Corn Belt) para establecer 10 grupos de precocidad de maduración para el maíz, o Ciclos FAO. Cada variedad de maíz tiene su propio ciclo de maduración: cuanto más largo es el ciclo FAO, mayor tiempo de maduración fisiológica necesita el grano (Silos del Cinca S.A., 2021).

El ciclo de maduración del maíz depende de la suma de temperaturas acumuladas (integral térmica), desde la siembra, hasta la cosecha (si se ensila), o hasta la maduración fisiológica del grano. La integral térmica es invariable: en años calurosos, la suma de temperaturas que necesita la planta se alcanza antes y se produce una floración y maduración más temprana que en años más fríos (Silos del Cinca S.A., 2021).

Según la FAO estas accesiones son de “ciclo FAO 800” quiere decir que los días a la madurez fisiológica están en un rango de 141-150 días.

### 3.2.3. Diferencia en el número de plantas con relación a las plántulas emergidas, aporque y cosecha.

**TABLA 3: Número de plantas emergidas, aporque y cosecha**

Accesiones	N de plantas emergidas	N de plantas en el aporque	N de plantas en la cosecha	Plantas perdidas %
Accesión 16	28	26	18	35,7
Accesión 17	55	55	40	27,3
Accesión 18	51	51	29	43,2
Accesión 19	54	54	42	22,2
Accesión 20	56	56	48	14,3

De acuerdo con el cuadro las accesiones 16, 17, 18 y 19 presentan pérdidas significativas de plantas que a mayor escala de producción puede ser perjudicial para el productor.

La accesión 20 presenta menos pérdida de plantas con un 14 % del total.

Estas pérdidas puede atribuirse a problemas climáticos como sequias, granizo y en este caso muy probablemente al exceso de lluvias, también se puede decir que a causa del suelo pesado y mal drenados.

### 3.2.4. Diferencia entre el requerimiento de agua del maíz morado y la precipitación pluvial durante el periodo de desarrollo del ensayo.

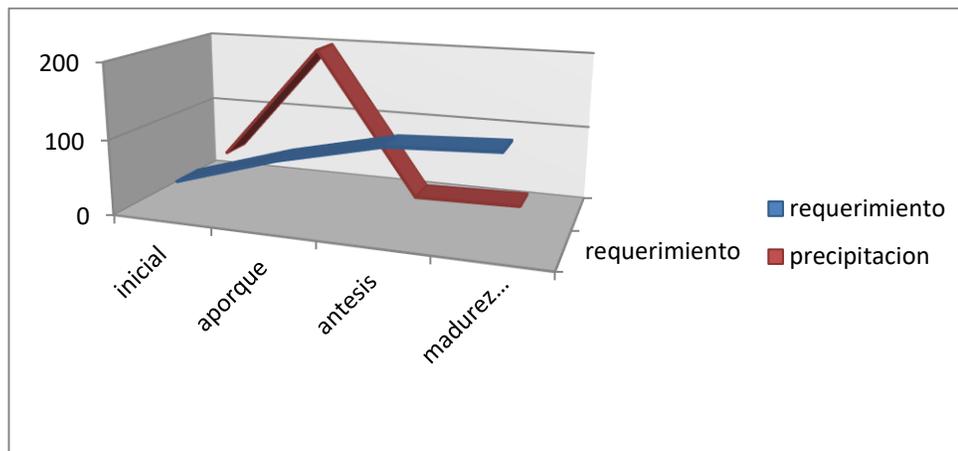
**TABLA 4: Requerimiento de agua y precipitación de la zona**

Fase fenológica	Días de fase acumulados	Requerimiento de agua (mm)	Precipitación de la zona
Inicial	20	40.5	43.5
Aporque	61	81.6	199.8

<b>Antesis</b>	99	112.4	7.4
<b>Madurez fisiológica</b>	138-150	118.8	10.4

**Fuente:** (Vicente, 2018) y **datos de SENAMHI.**

**GRÁFICO 1: Comparación entre requerimiento y la precipitación de la zona.**



Como se puede observar en el gráfico hay una diferencia enorme en cuanto al requerimiento y la precipitación sobre todo en la fase de aporque y antesis con una sobresaturación de agua que significa problemas en el cultivo. Esta sobresaturación junto a un suelo franco- arcilloso y con poca infiltración lleva a un irremediable daño al sistema radicular.

La inundación tiene un efecto negativo sobre la mayoría de plantas terrestres debido a que reduce su crecimiento e induce la senescencia. La deficiencia de oxígeno, efecto principal de la inundación, cambia el metabolismo de la planta induciendo la vía anaeróbica o fermentativa como mecanismo alterno, aunque poco eficiente para la producción de energía. La parte aérea de las plantas de maíz puede ser afectada por un exceso de humedad cuando ocurren lluvias abundantes en el momento de la floración y se perjudica el derrame del polen, pero sin embargo, el efecto perjudicial más común ocurre sobre el sistema radical (IAgua, 2015).

Las inundaciones dan lugar al cierre de los estomas, a un crecimiento limitado, a clorosis, a un menor crecimiento de las raíces y a la muerte de la planta. La inundación parece reducir la conductividad hidráulica de las raíces y las altas temperaturas y la alta radiación aumentan el estrés sobre el cultivo, probablemente al inducir un estrés de agua (IAgua, 2015).

### 3.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS 5 ACCESIONES

En el siguiente cuadro se realizó la caracterización morfológica de la planta en base a planillas elaboradas por el Instituto Nacional de Innovación Agrícola y Forestal (INIAF) para el registro de variedades.

**TABLA 5: Variables cuantitativas de las 5 accesiones**

<b>Variables</b>	<b>Acc. 16</b>	<b>Acc. 17</b>	<b>Acc. 18</b>	<b>Acc. 19</b>	<b>Acc. 20</b>
<b>Altura de planta (cm)</b>	188,7	234,45	233,9	222,45	221,95
<b>Altura de la mazorca (cm)</b>	96,9	131,3	146,8	111,9	128
<b>N° de hojas</b>	12	16	14,5	13,5	13
<b>N° de hojas arriba de la mazorca</b>	7	6	7	7	7
<b>Dimensiones de la hoja</b>					
<b>Longitud de la hoja (cm)</b>	93,8	121	125	101,3	104,5
<b>Ancho de la hoja (cm)</b>	11,1	12	11,7	10	11
<b>Número de nervaduras</b>	42	36	40	38	36
<b>Dimensiones de la panoja</b>					
<b>Longitud de la panoja (cm)</b>	38,4	36,2	32,6	37	35

<b>Longitud del pedúnculo de la panoja (cm)</b>	18,8	18,3	15,4	19,9	20,8
<b>Longitud de ramificación de la panoja (cm)</b>	13	16,1	16,5	15,6	15,6
<b>N° de ramificaciones primarias</b>	13.5	14	15.4	13	14.4
<b>N° de ramificaciones secundarias</b>	4.3	6.2	5	3.5	4
<b>N° de ramificaciones terciarias</b>	0	0	0	0	0
<b>Acame de tallo</b>	0	0	0	0	0
<b>Acame de raíz</b>	0	0	0	0	0
<b>Dimensiones de la mazorca</b>					
<b>Longitud de la mazorca (cm)</b>	13,6	12,3	15,95	16,75	14,19
<b>Longitud pedúnculo de la mazorca (cm)</b>	9	11	11	9	9
<b>Diámetro de la mazorca (mm)</b>	33,75	35,82	32,13	37,86	37,1
<b>Peso de la mazorca completa (gr)</b>	45	45	48,5	83,4	62,8
<b>Diámetro del olote (mm)</b>	25	27,6	26,5	27,4	25,6
<b>Peso del grano sin mazorca (gr)</b>	31	33,6	33,5	61,8	47,1
<b>Peso de la mazorca sin grano (gr)</b>	14	11,3	15	21,6	15,7

<b>N° de brácteas</b>	11	12	12	14	13
<b>N° hileras por mazorca</b>	11,9	11	12,8	12,8	13,4
<b>N° de granos por hilera</b>	24,6	20,6	27,1	29,9	25,5
<b>Peso de 100 granos (gr)</b>	13,3	15,3	18,25	23,6	18,6
<b>Peso total de granos(gr)</b>	233,23	142,44	212,18	851,86	593,83
<b>Daño en la mazorca</b>	0	0	0	0	0
<b>Dimensiones del grano</b>					
<b>Largo del grano (mm)</b>	10	10,75	9,5	11	9,75
<b>Ancho del grano (mm)</b>	8,2	7,8	8,5	9,6	7,65
<b>Grosor del grano (mm)</b>	5,95	4	5	5,4	4,5

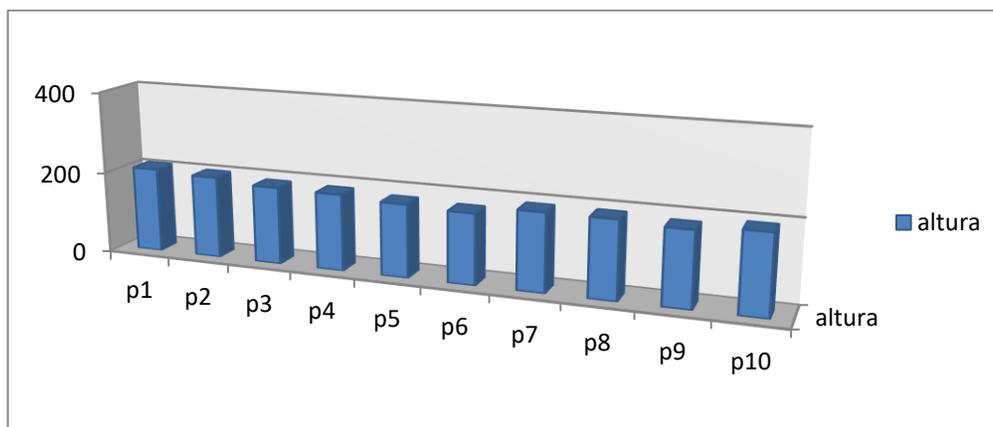
### 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA ALTURA DE LA PLANTA DE LAS 5 ACCESIONES DE MAÍZ

**TABLA 6: Medición de altura de planta de las 5 accesiones**

<b>ALTURA DE PLANTAS (cm)</b>					
<b>N DE PLANTAS</b>	<b>accesión 16</b>	<b>accesión 17</b>	<b>accesión 18</b>	<b>accesión 19</b>	<b>accesión 20</b>
p1	207	250	241,5	232,5	232,5
p2	200	252	253	233,5	211
p3	189	242	257,5	217,5	239
p4	186,5	233	226	228	235,5
p5	178	229,5	238	223,5	203,5
p6	172	255	209	215	214
p7	190	240	230	229	220
p8	189,5	235	246	212,5	231
p9	182	210	216	225	207
p10	193	198	222	208	226

### 3.4.1. Análisis estadístico de altura de planta accesión 16

**GRÁFICO 2: Histograma de altura de las plantas de la accesión 16**



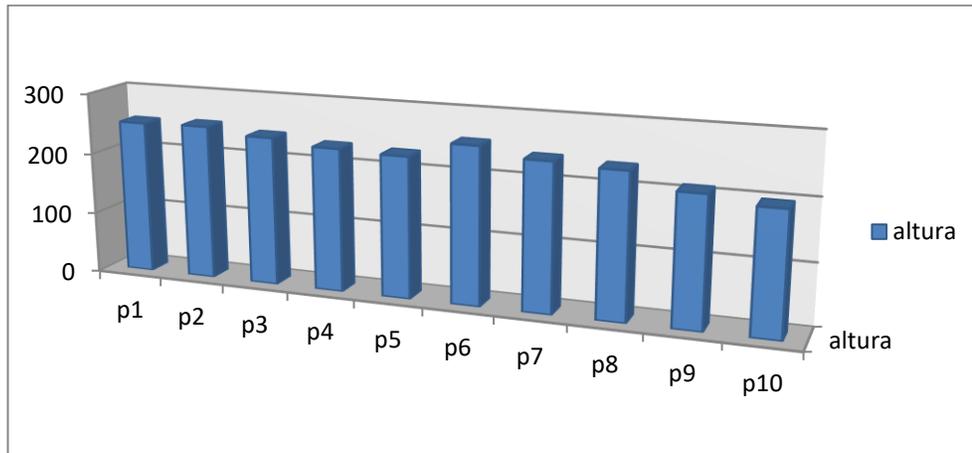
**TABLA 7: Análisis estadístico de altura de planta de la accesión 16**

Accesión 16	
Media	188,7
Error típico	3,20866881
Mediana	189,25
Moda	#N/A
Desviación estándar	10,1467017
Varianza de la muestra	102,955556
Curtosis	0,22614553
Coefficiente de asimetría	0,19407045
Rango	35
Mínimo	172
Máximo	207
Suma	1887
Cuenta	10
Cv	5,37716042

La accesión 16 muestra en su variable altura de planta una media de 188,7 cm. Un error típico de  $\pm 3,20$  cm. Una mediana de 189,25 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 10,14 cm. El rango entre la planta más alta y más baja es de 35 cm y un coeficiente de variación de 5,37 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

### 3.4.2. Análisis estadístico de altura de planta accesión 17

**GRÁFICO 3: Histograma de altura de las plantas de la accesión 17**



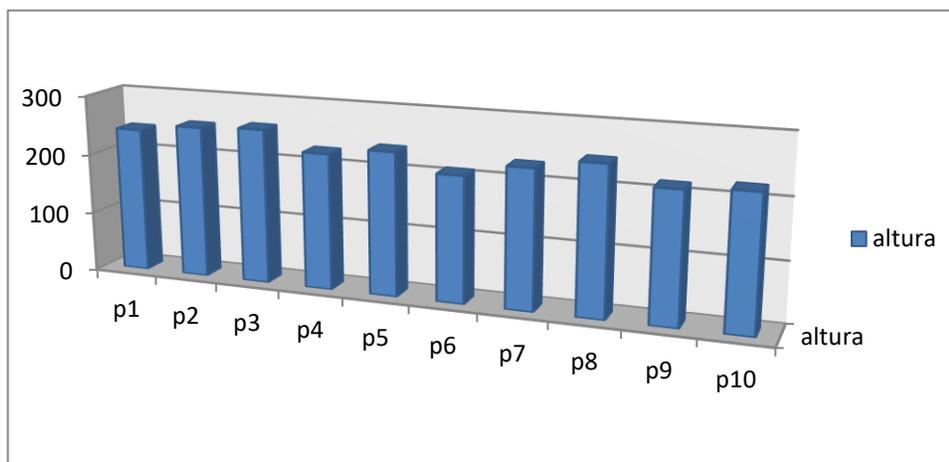
**TABLA 8: Análisis estadístico de altura de planta de la accesión 17**

Accesión 17	
Media	234,45
Error típico	5,78621446
Mediana	237,5
Moda	#N/A
Desviación estándar	18,2976167
Varianza de la muestra	334,802778
Curtosis	0,44864279
Coficiente de asimetría	-
Rango	57
Mínimo	198
Máximo	255
Suma	2344,5
Cuenta	10
Cv	7,8044857

La accesión 17 muestra en su variable altura de planta una media de 234,45 cm. Un error típico de  $\pm 5,78$  cm. Una mediana de 237,5 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 18,29 cm. El rango entre la planta más alta y la planta más baja es de 57 cm y un coeficiente de variación de 7,80 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

### 3.4.3. Análisis estadístico de altura de planta accesión 18

**GRÁFICO 4: Histograma de altura de las plantas de la accesión 18**



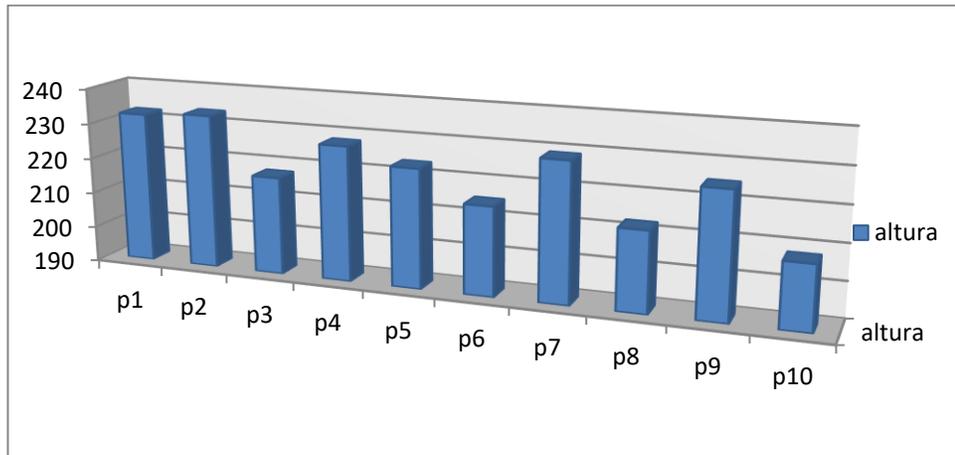
**TABLA 9: Análisis estadístico de altura de planta de la accesión 18**

Accesión 18	
Media	233,9
Error típico	5,05788713
Mediana	234
Moda	#N/A
Desviación estándar	15,99444348
Varianza de la muestra	255,8222222
Curtosis	-1,07239605
Coficiente de asimetría	-0,03460635
Rango	48,5
Mínimo	209
Máximo	257,5
Suma	2339
Cuenta	10
Cv	6,838154545

La accesión 18 muestra en su variable altura de planta una media de 233,9 cm. Un error típico de  $\pm 5,05$  cm. Una mediana de 234 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 15,9 cm. El rango entre la planta más alta y la planta más baja es de 48,5 cm y un coeficiente de variación de 11,44 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

### 3.4.4. Análisis estadístico de altura de planta accesión 19

**GRÁFICO 5: Histograma de altura de las plantas de la accesión 19**



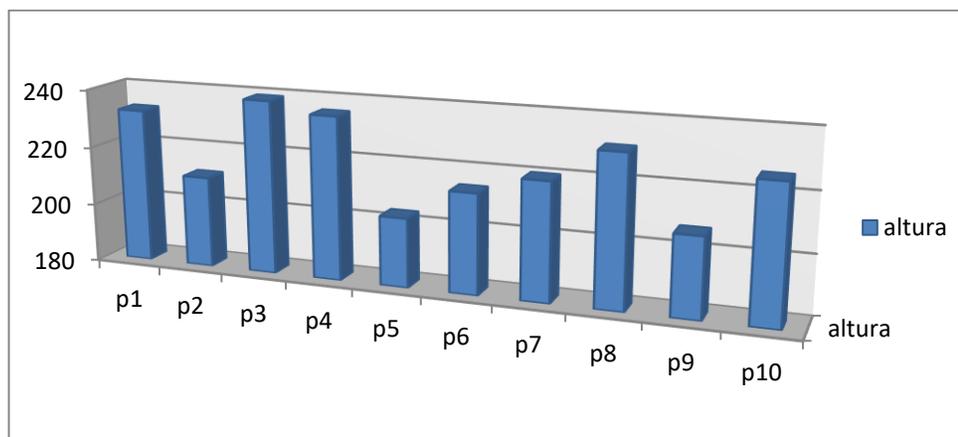
**TABLA 10: Análisis estadístico de altura de planta de la accesión 19**

Accesión 19	
Media	222,45
Error típico	2,77333534
Mediana	224,25
Moda	#N/A
Desviación estándar	8,77005638
Varianza de la muestra	76,9138889
Curtosis	-1,20242106
Coficiente de asimetría	-0,35065917
Rango	25,5
Mínimo	208
Máximo	233,5
Suma	2224,5
Cuenta	10
Cv	3,94248432

La accesión 19 muestra en su variable altura de planta una media de 222,45 cm. Un error típico de  $\pm 2,77$  cm. Una mediana de 224,25 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 8,77 cm. El rango entre la planta más alta y la planta más baja es de 25,5 cm y un coeficiente de variación de 6,27 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

### 3.4.5. Análisis estadístico de altura de planta accesión 20

**GRÁFICO 6: Histograma de altura de las plantas de la accesión 20**



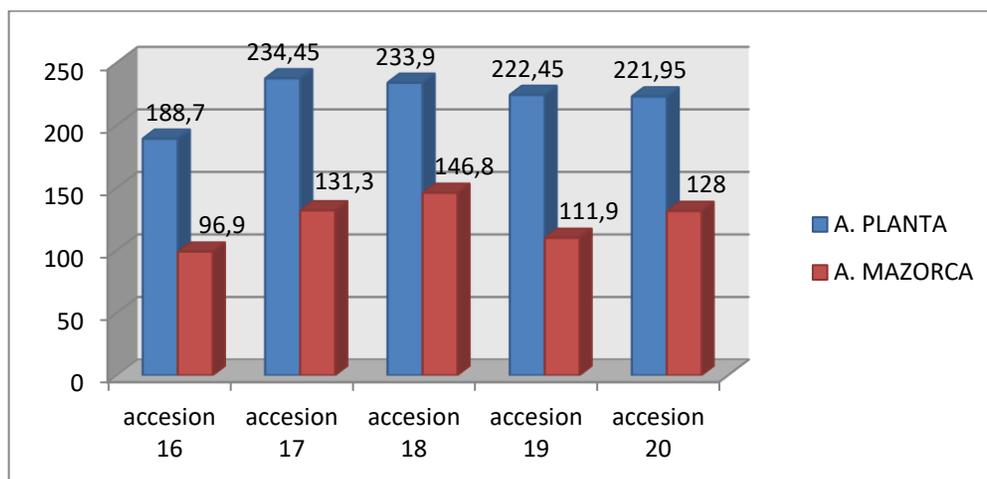
**TABLA 11: Análisis estadístico de altura de planta de la accesión 20**

Accesión 20	
Media	221,95
Error típico	3,99266689
Mediana	223
Moda	#N/A
Desviación estándar	12,6259213
Varianza de la muestra	159,413889
Curtosis	-1,57558854
Coefficiente de asimetría	-0,13927999
Rango	35,5
Mínimo	203,5
Máximo	239
Suma	2219,5
Cuenta	10
Cv	5,68863316

La accesión 20 muestra en su variable altura de planta una media de 221,95 cm. Un error típico de  $\pm 3,99$  cm. Una mediana de 223 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 12,62 cm. El rango entre la planta más alta y la planta más baja es de 35,5 cm y un coeficiente de variación de 9,03 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

### 3.5. RELACIÓN DE ALTURA DE LA PLANTA CON LA MAZORCA

**GRÁFICO 7: Histograma de altura de la mazorca con relación a la altura de planta de las 5 accesiones de maíz**



Como se puede observar en la gráfica la altura de la mazorca se encuentra bien ubicada con relación a la altura total de la planta, ubicándose en la parte media superior, lo que es favorable para la cosecha manual, mecanizada y de igual manera se puede evitar el riesgo de pérdidas por factores ambientales.

En un ensayo realizado por el centro experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAA-UL). Se tomaron las variables: de altura de planta y mazorca unos días antes de la cosecha, las variables se correlacionaron con el rendimiento, utilizando como variable dependiente el rendimiento. Para cada caso se elaboró una gráfica de dispersión y la línea de tendencia. Los resultados permiten establecer que Las variables altura de planta y mazorca correlacionaron positivamente tanto en riego normal como en riego deficitario, se encontraron correlaciones altamente significativas entre la altura de planta y altura de mazorca, tanto en la condición de riego normal y deficitario, el estrés no afecta la asociación entre estas dos variables (Joel, 2013).

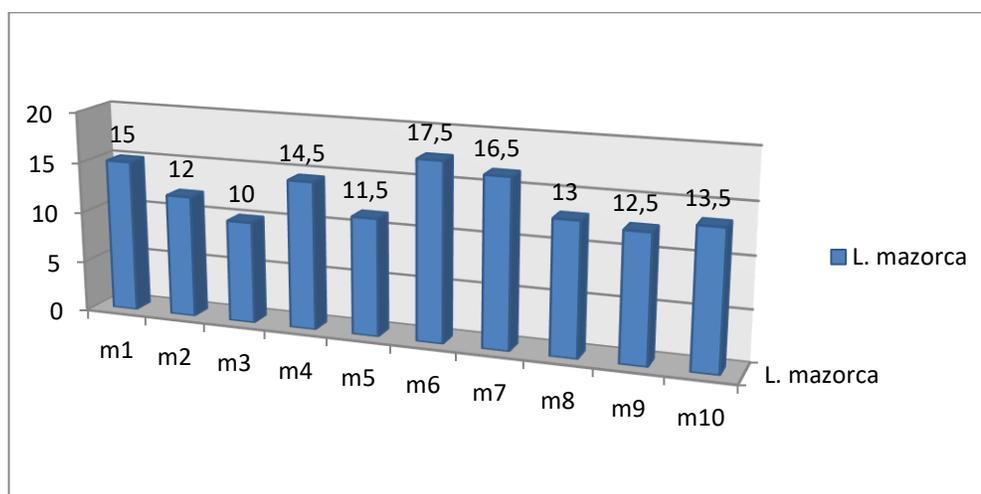
Se observaron bajas correlaciones entre el rendimiento de grano con la altura de planta y mazorca, el rendimiento de grano se ve afectado por la altura de estas

variables, a mayor altura de planta existe la posibilidad de ser influenciada negativamente por el ambiente, y tener bajos rendimientos (Joel, 2013).

### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LONGITUD DE LA MAZORCA DE LAS 5 ACCESIONES

#### 3.6.1. Análisis estadístico de longitud de la mazorca accesión 16

**GRÁFICO 8: Histograma para la longitud de la mazorca de la accesión 16**



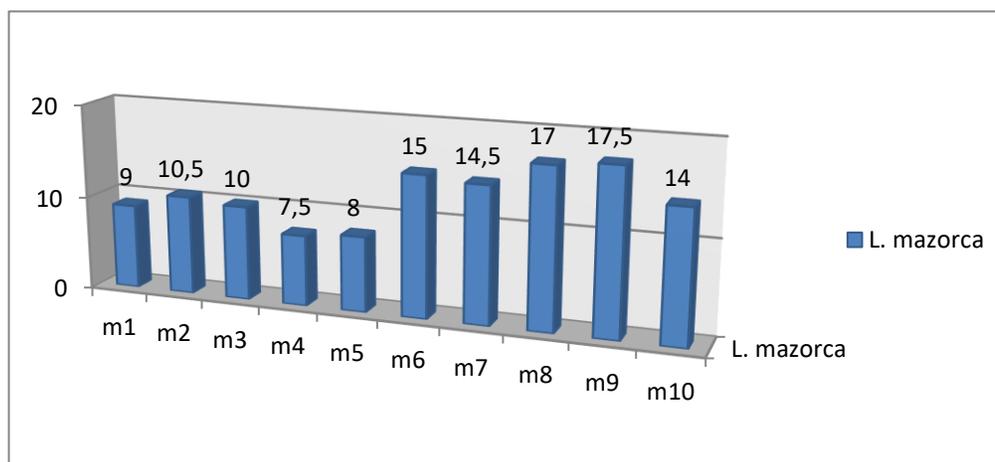
**TABLA 12: Análisis estadístico de longitud de mazorca de la accesión 16**

Accesión 16	
Media	13,6
Error típico	0,72953562
Mediana	13,25
Moda	#N/A
Desviación estándar	2,3069942
Varianza de la muestra	5,32222222
Curtosis	-0,47036602
Coefficiente de asimetría	0,28980583
Rango	7,5
Mínimo	10
Máximo	17,5
Suma	136
Cuenta	10
cv	16,9631926

La accesión 16 muestra en su variable longitud de mazorca una media de 13,6 cm. Un error típico de  $\pm 0,72$  cm. Una mediana de 13,25 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 2,30 cm. El rango entre la mazorca con mayor longitud y la mazorca con menor longitud es de 7,5 cm y un coeficiente de variación de 16,96 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

### 3.6.2. Análisis estadístico de longitud de la mazorca accesión 17

**GRÁFICO 9: Histograma de longitud de la mazorca de la accesión 17**



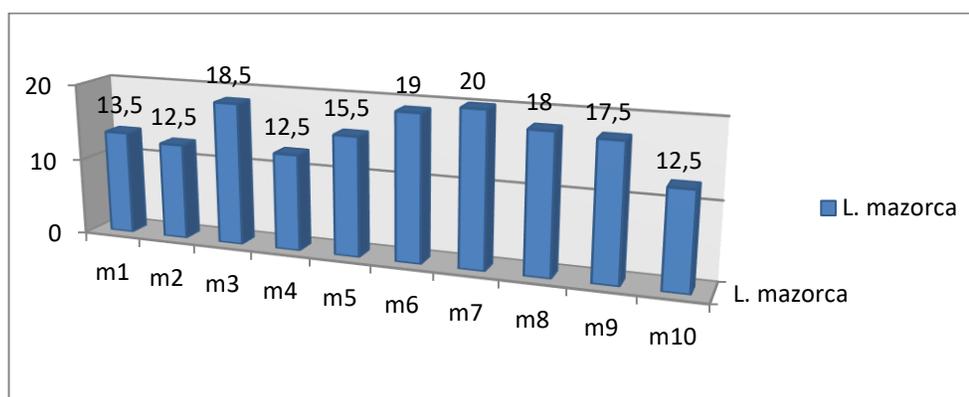
**TABLA 13: Análisis estadístico de longitud de mazorca de la accesión 17**

Accesión 17	
Media	12,3
Error típico	1,17898261
Mediana	12,25
Moda	#N/A
Desviación estándar	3,72827038
Varianza de la muestra	13,9
Curtosis	-1,7029244
Coefficiente de asimetría	0,09551751
Rango	10
Mínimo	7,5
Máximo	17,5
Suma	123
Cuenta	10
Cv	30,3111413

La accesión 17 muestra en su variable longitud de mazorca una media de 12,3 cm. Un error típico de  $\pm 1,17$  cm. Una mediana de 12,25 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 3,72 cm. El rango entre la mazorca con mayor longitud y la mazorca con menor longitud es de 10 cm y un coeficiente de variación de 30,31 % que estadísticamente la población ya presenta una mayor dispersión, la media es poco representativa al ser los datos poco homogéneos.

### 3.6.3. Análisis estadístico de longitud de la mazorca accesión 18

**GRÁFICO 10: Histograma de longitud de la mazorca de la accesión 18**



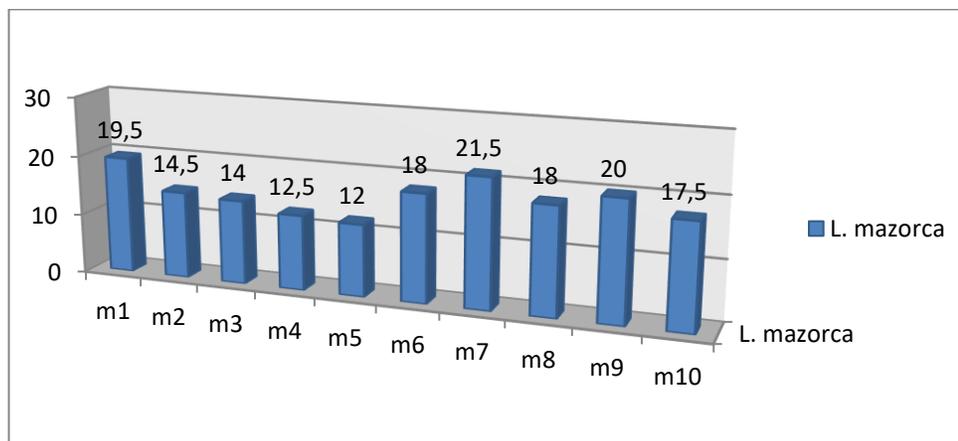
**TABLA 14: Análisis estadístico de longitud de mazorca de la accesión 18**

Accesión 18	
Media	15,95
Error típico	0,94707151
Mediana	16,5
Moda	12,5
Desviación estándar	2,99490308
Varianza de la muestra	8,96944444
Curtosis	-1,9455095
Coeficiente de asimetría	0,07375491
Rango	7,5
Mínimo	12,5
Máximo	20
Suma	159,5
Cuenta	10
Cv	18,7768218

La accesión 18 muestra en su variable longitud de mazorca una media de 15,95 cm. Un error típico de  $\pm 0,94$  cm. Una mediana de 16,5 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 2,99 cm. El rango entre la mazorca con mayor longitud y la mazorca con menor longitud es de 7,5 cm y un coeficiente de variación de 18,77 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

### 3.6.4. Análisis estadístico de longitud de la mazorca accesión 19

**GRÁFICO 11: Histograma de longitud de la mazorca de la accesión 19**



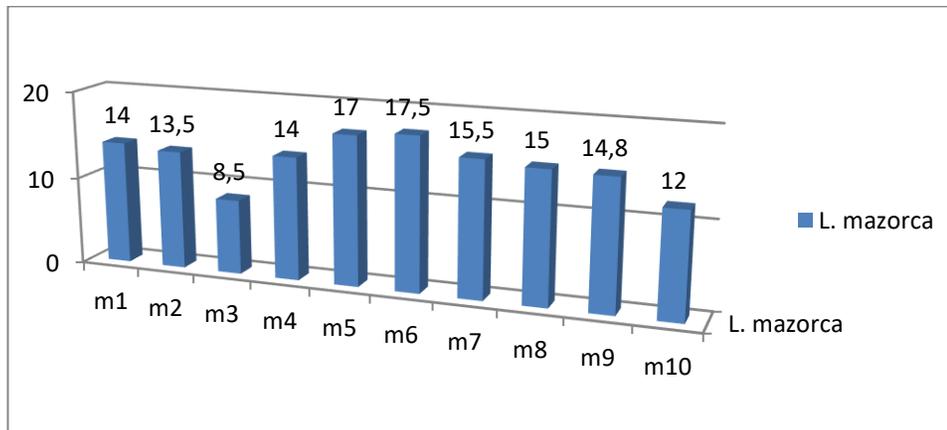
**TABLA 15: Análisis estadístico de longitud de mazorca de la accesión 19**

Accesión 19	
Media	16,75
Error típico	1,04149999
Mediana	17,75
Moda	18
Desviación estándar	3,29351214
Varianza de la muestra	10,8472222
Curtosis	-1,36925522
Coficiente de asimetría	-0,1924398
Rango	9,5
Mínimo	12
Máximo	21,5
Suma	167,5
Cuenta	10
Cv	19,6627591

La accesión 19 muestra en su variable longitud de mazorca una media de 16,75 cm. Un error típico de  $\pm 1,04$  cm. Una mediana de 17,75 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 3,29 cm. El rango entre la mazorca con mayor longitud y la mazorca con menor longitud es de 9,5 cm y un coeficiente de variación de 19,66 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

### 3.6.5. Análisis estadístico de longitud de la mazorca accesión 20

**GRÁFICO 12: Histograma de longitud de la mazorca de la accesión 20**



**TABLA 16: Análisis estadístico de longitud de mazorca de la accesión 20**

Accesión 20	
Media	14,19
Error típico	0,81301223
Mediana	14,4
Moda	14
Desviación estándar	2,57097042
Varianza de la muestra	6,60988889
Curtosis	1,94296802
Coficiente de asimetría	-
Rango	9
Mínimo	8,5
Máximo	17,5
Suma	141,9
Cuenta	10
Cv	18,1181848

La accesión 20 muestra en su variable longitud de mazorca una media de 14,19 cm. Un error típico de  $\pm 0,81$  cm. Una mediana de 14,4 cm. La desviación estándar con respecto a la media es de 2,57 cm. El rango entre la mazorca con mayor longitud y la mazorca con menor longitud es de 9 cm y un coeficiente de variación de 18,11 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

### 3.7. NÚMERO DE HILERAS DE LA MAZORCA Y NÚMERO DE GRANOS POR HILERA

De acuerdo al número de hileras y al número de granos por hilera se puede medir el aproximado del rendimiento de la planta de maíz, en la siguiente tabla y se realizó la relación de estas dos variables:

**TABLA 17: Número de hileras en la mazorca y número de granos por hilera de las 5 accesiones de maíz**

Accesiones	Nº de hileras	Nº de granos por hilera
Accesión 16	12	24
Accesión 17	12	20
Accesión 18	12	27
Accesión 19	12	28
Accesión 20	13	26

La accesión 16 tiene una media de 12 hileras, cada hilera con una media de 24 granos, teniendo en total **288 granos** por mazorca.

La accesión 17 tiene una media de 12 hileras, cada hilera con una media de 20 granos, teniendo en total **240 granos** por mazorca.

La accesión 18 tiene una media de 12 hileras, cada hilera con una media de 27 granos, dando un total de **324 granos** por mazorca.

La accesión 19 tiene una media de 12 hileras, cada hilera con una media de 28 granos, dando un total de **336 granos** por mazorca.

La accesión 20 tiene una media de 13 hileras, cada hilera con una media de 26 granos, dando un total de **338 granos** por mazorca.

El número de hileras de la mazorca y el número de granos por hilera son datos que influyen en el rendimiento del maíz, para establecer el número de granos de una mazorca completa solo se tiene que multiplicar el número de hileras por el número de granos por hilera, este último dato hay que tener en cuenta que no todas las filas tendrán la misma cantidad de grano por esa razón se saca una media. Según la tabla la **accesión 18, accesión 19 y accesión 20** tienen mayor número de granos por hilera. La **accesión 16 y accesión 17** son las que tienen un menor número de granos por hilera.

### **3.8. RELACIÓN DEL PESO COMPLETO DE LA MAZORCA, PESO DEL GRANO Y PESO DEL MARLO**

El número de mazorcas por accesión no permiten medir el rendimiento de estos mismos, por lo cual realizaremos una tabla de porcentaje en relación entre el peso de grano y marlo.

**TABLA 18: peso de mazorca, grano, marlo y representación en porcentaje**

<b>Accesiones</b>	<b>Peso de mazorca completa</b>	<b>Peso de grano</b>	<b>Peso de marlo</b>	<b>Peso de grano en porcentaje</b>	<b>Peso de marlo en porcentaje</b>
<b>Accesión 16</b>	45	31	14	68.9 %	31.1 %
<b>Accesión 17</b>	45	33.6	11.3	74.7 %	25.1 %
<b>Accesión 18</b>	48	33.5	15	69.8 %	31.2 %
<b>Accesión 19</b>	83.4	61.8	21.6	74.1 %	25.9 %

<b>Accesión 20</b>	62.8	47.1	15.7	75 %	25 %
--------------------	------	------	------	------	------

En la presente tabla se puede observar la relación en cuanto a peso del grano y el peso de marlo, en cuanto al peso de grano la accesión que mayor porcentaje demuestra es la ACCESIÓN 20 con un 75 % en relación al peso total de la mazorca y la ACCESIÓN 16 con un 68.9 % teniendo el menor porcentaje de peso en relación al peso total de la mazorca.

Como se ha dicho, la espiga es el componente de la planta de mayor valor nutritivo debido a que el grano, constituido fundamentalmente por almidón, es altamente utilizado por los rumiantes. El otro componente de la espiga es el marlo que representa aproximadamente el 17% del peso de la misma, es decir que en una espiga de 250 g hay aproximadamente 210 g de grano. El resto, 40 g, es el marlo que es un componente de baja calidad (Oscar, 2006).

Se puede observar en la tabla que todas las accesiones tienen un porcentaje de peso de marlo mayor al 17 %, este dato indica que las mazorcas de las accesiones trabajadas tienden a tener menos valor nutritivo por el peso que representa ya que el marlo es un componente de baja calidad.

### **3.9. CONTROL DE CALIDAD DE LA SEMILLA**

Un factor importante para el desarrollo del cultivo es el control de calidad de la semilla pues facilita la obtención de plantas vigorosas y uniformes. Se realizó este control con el fin de establecer la calidad de la semilla cosechada en las cinco accesiones del ensayo.

**TABLA 19: Calidad de la semilla**

<b>Accesiones</b>	<b>Pureza física</b>	<b>Porcentaje de humedad</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>
<b>Accesión 16</b>	99 %	4,4 %	100 %

<b>Accesión 17</b>	98,75 %	8,3 %	60 %
<b>Accesión 18</b>	97 %	6,02 %	50 %
<b>Accesión 19</b>	99 %	6,18 %	60 %
<b>Accesión 20</b>	98 %	6,14 %	70 %

El análisis de la pureza física es uno de los atributos que definen la calidad de las semillas en conjunto con los parámetros de la germinación, viabilidad, vigor y el contenido de humedad (**Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 2018**).

### 3.10. Caracterización individual de las accesiones

#### Accesión 16

Caracterización de la planta		Caracterización de la mazorca	
Días a la floración masculina	74	N° de brácteas	11
Días a la floración femenina	67	L. Pedúnculo mazorca (cm)	9
Altura de la planta (cm)	188,7	Longitud de la mazorca (cm)	13,6
Altura de la mazorca (cm)	96,9	Diámetro de la mazorca (mm)	33,75
N° total de hojas	12	Diámetro del olote (mm)	25
N° hojas arriba de la mazorca	7	Peso de mazorca (gr)	45
Longitud de la hoja (cm)	93,8	Peso grano sin mazorca (gr)	31
Ancho de la hoja (cm)	11,1	Peso del olote (gr)	14
Numero de nervaduras	42	N° de hileras mazorca	11,9
Longitud de la panoja (cm)	38,4	N° de granos por hilera	24,6
L. Pedúnculo panoja (cm)	18,8	Peso de 100 granos (gr)	13,3
L. Ramificación panoja (cm)	13	Cobertura de mazorca	Buena
N° ramificaciones prim.	13,5	Daño a la mazorca	0
N° ramificaciones sec.	4,3	Forma de la mazorca	Cilindro cónica
N° ramificaciones ter.	0	Disposición de hileras	Regular
Acame de raíz	0	Color del olote	
Acame de tallo	0	Caracterización del grano	
Pubescencia de vaina foliar	Intermedia	Largo del grano (mm)	10
Color de tallo	Verde	Ancho de grano (mm)	8,2
Orientación de la hoja	Erecta	Grosor de grano (mm)	5,95
Presencia de lígula foliar	Presente	Tipo de grano	corneo dentado
Tipo de panoja	Pri-sec.	Color de grano	rojo naranja
		Forma del grano	puntiagudo



## Accesión 17

Caracterización de la planta		Caracterización de la mazorca	
Días a la floración masculina	78	N de brácteas	12
Días a la floración femenina	78	L. Pedúnculo mazorca (cm)	11
Altura de la planta (cm)	234,45	Longitud de la mazorca (cm)	12,3
Altura de la mazorca (cm)	131,3	Diámetro de la mazorca (mm)	35,82
N° total de hojas	16	Diámetro del olote (mm)	27,6
N° hojas arriba de mazorca	6	Peso de mazorca (gr)	45
Longitud de la hoja (cm)	121	Peso grano sin mazorca (gr)	33,6
Ancho de la hoja (cm)	12	Peso del olote (gr)	11,3
Numero de nervaduras	36	N° de hileras mazorca	11
Longitud de la panoja (cm)	36,2	N° de granos por hilera	20,6
L. Pedúnculo panoja (cm)	18,8	Peso de 100 granos (gr)	15,3
L. Ramificación panoja (cm)	16	Cobertura de mazorca	buena
N° ramificaciones prim.	14	Daño a la mazorca	0
N° ramificaciones sec.	6,2	Forma de la mazorca	cilindro cónica
N° ramificaciones ter.	0	Disposición de hileras	regular
Acame de raíz	0	Color del olote	
Acame de tallo	0	Caracterización del grano	
Pubescencia de vaina foliar	intermedia	Largo del grano (mm)	10,75
Color de tallo	verde	Ancho de grano (mm)	7,8
Orientación de la hoja	erecta	Grosor de grano (mm)	4
Presencia de lígula foliar	presente	Tipo de grano	dulce
Tipo de panoja	pri- sec.	Color de grano	morado rojizo
		Forma del grano	dentado



## Accesión 18

Caracterización de la planta		Caracterización de la mazorca	
Días a la floración masculina	78	N° de brácteas	12
Días a la floración femenina	82	L. Pedúnculo mazorca (cm)	11
Altura de la planta (cm)	233,9	Longitud de la mazorca (cm)	15,95
Altura de la mazorca (cm)	146,8	Diámetro de la mazorca (mm)	32,13
N° total de hojas	14,5	Diámetro del olote (mm)	26,5
N° hojas arriba de la mazorca	7	Peso de mazorca (gr)	48,5
Longitud de la hoja (cm)	125	Peso grano sin mazorca (gr)	33,5
Ancho de la hoja (cm)	11,7	Peso del olote (gr)	15
Numero de nervaduras	40	N° de hileras mazorca	12,8
Longitud de la panoja (cm)	32,6	N° de granos por hilera	27
L. Pedúnculo panoja (cm)	15,4	Peso de 100 granos (gr)	18,25
L. Ramificación panoja (cm)	16,5	Cobertura de mazorca	Buena
N ramificaciones prim.	15,4	Daño a la mazorca	0
N° ramificaciones sec.	5	Forma de la mazorca	Cilindro cónica
N° ramificaciones ter.	0	Disposición de hileras	Regular
Acame de raíz	0	Color del olote	
Acame de tallo	0	Caracterización del grano	
Pubescencia de vaina foliar	Intermedia	Largo del grano (mm)	9,5
Color de tallo	Café	Ancho de grano (mm)	8,5
Orientación de la hoja	Erecta	Grosor de grano (mm)	5
Presencia de lígula foliar	Presente	Tipo de grano	Corneo dentado
Tipo de panoja	Pri- sec.	color de grano	Rojo oscuro
		Forma del grano	Redondo puntiagudo



## Accesión 19

Caracterización de la planta		Caracterización de la mazorca	
Días a la floración masculina	64	N° de brácteas	14
Días a la floración femenina	64	L. Pedúnculo mazorca (cm)	9
Altura de la planta (cm)	222,45	Longitud de la mazorca (cm)	16,75
Altura de la mazorca (cm)	111,9	Diámetro de la mazorca (cm)	37,86
N° total de hojas	13,5	Diámetro del olote (cm)	27,4
N° hojas arriba de la mazorca	7	Peso de mazorca (gr)	83,4
Longitud de la hoja (cm)	101,3	Peso grano sin mazorca (gr)	61,8
Ancho de la hoja (cm)	10	Peso del olote (gr)	21,6
Numero de nervaduras	38	N° de hileras mazorca	12,8
Longitud de la panoja (cm)	37	N° de granos por hilera	29,9
L. Pedúnculo panoja (cm)	19,9	Peso de 100 granos (gr)	23,6
L. Ramificación panoja (cm)	15,6	Cobertura de mazorca	Buena
N° ramificaciones prim.	13	Daño a la mazorca	0
N° ramificaciones sec.	3,5		
N° ramificaciones ter.	0	Forma de la mazorca	Cilindro cónica
Acame de raíz	0	Disposición de hileras	Regular
Acame de tallo	0	Color del olote	
Pubescencia de vaina foliar	Densa	Caracterización del grano	
Color de tallo	Café jaspeado	Largo del grano (mm)	11
Orientación de la hoja	Colgante	Ancho de grano (mm)	9,6
Presencia de lígula foliar	Presente	Grosor de grano (mm)	5,4
Tipo de panoja	Pri- sec.	Tipo de grano	Harinoso
		Color de grano	Morado
		Forma del grano	Redondo



## Accesión 20

Caracterización de la planta		Caracterización de la mazorca	
Días a la floración masculina	64	N° de brácteas	13
Días a la floración femenina	64	L. Pedúnculo mazorca (cm)	9
Altura de la planta (cm)	221,95	Longitud de la mazorca (cm)	14,19
Altura de la mazorca (cm)	128	Diámetro de la mazorca (mm)	37,1
N° total de hojas	13	Diámetro del olote (mm)	25,6
N° hojas arriba de la mazorca	7	Peso de mazorca (gr)	62,8
Longitud de la hoja (cm)	104,5	Peso grano sin mazorca (gr)	47,1
Ancho de la hoja (cm)	11	Peso del olote (gr)	15,7
Numero de nervaduras	36	N° de hileras mazorca	13,4
Longitud de la panoja (cm)	35	N° de granos por hilera	25,5
L. Pedúnculo panoja (cm)	20,8	Peso de 100 granos (gr)	18,6
L. Ramificación panoja (cm)	15,6	Cobertura de mazorca	Buena
N° ramificaciones prim.	14,4	Daño a la mazorca	0
N° ramificaciones sec.	4	Forma de la mazorca	Cilindro cónica
N° ramificaciones ter.	0	Disposición de hileras	Regular
Acame de raíz	0	Color del olote	
Acame de tallo	0	Caracterización del grano	
Pubescencia de vaina foliar	Escasa	Largo del grano (mm)	9,75
Color de tallo	Morado	Ancho de grano (mm)	7,65
Orientación de la hoja	Colgante	Grosor de grano (mm)	4,5
Presencia de lígula foliar	Presente	Tipo de grano	Harinoso
Tipo de panoja	Pri- sec.	Color de grano	Morado vino
		Forma del grano	Redondo dentado



## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- Se realizó la caracterización morfológica en su fase inicial de 5 accesiones de maíces italiano, Italo-mexicano, Italo-colombiano e Italo-boliviano procedentes de Italia, del centro de investigación en Cultivos de Cereales y Cultivos Industriales de Bergamo (CREA- CI), registrando 44 variables como parámetros cualitativos y cuantitativos.
- En los parámetros cualitativos se puede destacar que: **Las accesiones N° 16, 17, 18, 19 y 20**, presentan buena cobertura de la mazorca, el tipo de panoja es primario-secundario, la forma es cilíndrica cónica de la mazorca, la disposición de los granos es regular y todas presentan lígula foliar; mientras que todas ellas difieren en los parámetros de color de tallo, orientación de la hoja, pubescencia de la vaina foliar, color de olote, tipo de grano, color de grano y forma de grano.
- En los parámetros cuantitativos se puede destacar que: en las **accesiones 19 y 20** tienen un porcentaje de emergencia arriba del 75 % y en las **accesiones 18,17 y 16** el porcentaje de emergencia es menor al 65 %. Se muestra una buena sincronía floral en las **accesiones 17, 18, 19 y 20** (78-81, 80-82, 64-67, 64-68 días) donde la diferencia es de 3-4 días entre la manifestación de la flor masculina y femenina, excepto la **accesión 16** que se manifestó primero la flor femenina a los 67 días y la flor masculina a los 74 días a lo que se puede atribuir de manera preliminar a la diferencia de fotoperiodo entre Italia y Bolivia (16 hrs-14 hrs). En relación al N° de plantas emergidas y al N° de plantas en la cosecha se destaca que la **accesión 18** tuvo el mayor porcentaje de pérdida de plantas con un 43,2 %, le sigue la **accesión 16** con un 35,7 % de pérdida, la **accesión 17** con una pérdida de 27,3 %, la **accesión 19** con una pérdida de 22,2 % y la **accesión 20** con un 14,3 % siendo esta la que menos pérdida tuvo; la pérdida de plantas se puede dar por problemas externos y en este caso por exceso de lluvia. Los demás parámetros como altura de planta,

N° de hojas, altura de mazorca, dimensiones de la hoja, dimensiones de la panoja, dimensiones de la mazorca y dimensiones del grano difieren en cada accesión.

- Se logró un incremento de semilla variable en las cinco accesiones, mediante la técnica de cruzamiento de medios hermanos. Teniendo en la **accesión 16**: 90 semillas al inicio y se incrementó a 1753,6 semillas. **Accesión 17**: 90 semillas al inicio y se incrementó a 931 semillas. **Accesión 18**: 90 semillas al inicio y se incrementó a 1162,6 semillas. **Accesión 19**: 90 semillas al inicio y se incrementó a 3610 semillas y por último la **accesión 20**: 90 semillas al inicio y se incrementó a 3192,6 semillas. Estos datos se obtienen de la relación del peso de 100 granos y el peso total de las semillas.
- Se dispone del control interno de calidad de la semilla como se muestra en la **tabla 19**, las **accesiones N° 16, 17, 18, 19 y 20** tienen una pureza física mayor al 97 %, un porcentaje de humedad por debajo del 8% y un porcentaje de germinación variable con la **accesión 16** teniendo el 100 % de germinación, la **accesión 20** con un 70 %, las **accesiones 17 y 19** con un 60% y la **accesión 18** con un 50 % de germinación siendo el porcentaje más bajo de todas las accesiones.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Al considerar que se trata de material biológico nuevo en este medio se recomienda realizar una evaluación agronómica en el siguiente ciclo productivo.
- La accesión 16 y accesión 18 no son recomendables evaluarlas en las condiciones agroclimáticas presentadas durante el desarrollo del presente ensayo.