

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea mays*), es uno de los más grandes logros agronómicos de la humanidad, llegando a ser uno de los cultivos que más se produce a nivel mundial, después del trigo y el arroz.

Según datos del SIIP (Sistema Integrado de Información Productiva), el año 2021, Bolivia tuvo una producción total de 981.254 toneladas (ton) de maíz en grano en una superficie de 424.240 hectáreas (ha), llegando a tener un promedio nacional de producción de 2.31 toneladas por hectáreas (ton/ha), siendo Tarija el tercer departamento con mayor producción a nivel nacional. (DAPRO & MDRyT, 2021)

Actualmente las variedades criollas de maíz, han sido cultivadas y sometidas a selección por los agricultores durante generaciones, conservando una identidad distinta, constituyendo la base de la diversidad, pero con el paso del tiempo, el cultivo del maíz criollo pierde sus características propias, esto debido a la influencia de varios factores, tanto internos de la planta, como externos a la misma.

Los maíces criollos están adaptados a nuestro ambiente, la diversidad genética de los mismos se mantienen principalmente para la alimentación básica de las comunidades rurales, los cuales ayudan a la conservación y generación de la biodiversidad.

Una de las problemáticas en cuanto a la producción de maíz, es que los mismos productores, desconocen los métodos de conservación de las semillas criollas, existiendo un alto grado de contaminación y degeneración genética de las mismas, aumentando el grado de heterogeneidad dentro de las variedades, esto debido a la pérdida de su pureza genética, lo que ha generado que las variedades de maíz criollo, no produzcan el rendimiento esperado por los productores.

La caracterización de cultivares tiene una aplicación práctica importante en el mejoramiento vegetal, tanto para la identificación de genotipos comerciales como

para la estimación de relaciones genéticas. La precisión en la evaluación de estos caracteres va a depender del grado de interacción con el ambiente y de los mecanismos genéticos que controlan la expresión de esos caracteres. (OBANDO, 2019)

El presente trabajo de investigación se estudió cuatro de variedades criollas de maíz, para ser descritas con ayuda del descriptor propuesto por el CIMMYT/IBPGR y el INIAF, realizando un estudio descriptivo, expresado en términos cualitativos y cuantitativos, con la recolección de datos en planta, en sus distintas etapas fenológicas del cultivo, hasta la cosecha.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La investigación y generación de nuevas variedades de maíz que ofrecen sobre todo mayor rendimiento y a su vez, con el paso del tiempo, el maíz criollo van perdiendo sus característica propias; ocasionaran paulatinamente que vayan desapareciendo las variedades criollas o locales.

Al ser Bolivia un país con limitaciones en el control del manejo de materiales biológicos introducidos, el cultivo de maíces transgénicos puede afectar seriamente a la conservación de los maíces nativos, provocando de esta manera una erosión genética irreversible.

Los agricultores locales, que son los conservadores de las variedades criollas en ciertas comunidades, por lo general clasifican al maíz por su precocidad, altura de la planta, tamaño de la mazorca, tamaño, color, dureza de los granos y características culinarias, los mismos que no son suficientes para el registro de una variedad.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La identificación de las características morfológicas propias de las cuatro variedades criollas de maíz, es un paso imprescindible y nos proporcionara la información necesaria para poder seguir los protocolos establecidos para el registro de estas variedades en nuestro país.

Según el INIAF en Tarija existen 25 variedades de maíces criollos de las cuales no se tiene referencias de sus características fenotípicas y genotípicas por lo que se hace necesario la caracterización y registro de todas las variedades locales de manera que esta información aporte a la conservación de las variedades criollas en el departamento.

Al ser el maíz una especie de polinización abierta hace que las variedades criollas al ser sembradas cerca de variedades mejoradas o híbridas sufran un proceso de contaminación genética permanente, por lo que hace necesario purificar la semilla para poder conservarla.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Describir las características morfológicas cuantitativas y cualitativas de cuatro variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.) procedentes de Cañahuayco e incrementar la semilla de las mismas.

1.4.2. Objetivos específicos

- Purificar cuatro variedades criollas de maíz (Pisankalla, Morocho criollo, Overo y Chaparrita) para recuperar sus características propias a través de la autofecundación en el Centro Experimental de Chocloca.
- Caracterizar morfológicamente las cuatro variedades criollas de maíz utilizando los descriptores del CIMMYT/IBPGR y el INIAF.

1.5. HIPÓTESIS

H_a= Al menos una o dos variedades criollas de maíz tendrán variación significativa en sus características morfológicas.

CAPÍTULO II
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN DEL MAÍZ

Se tienen varias teorías sobre el origen del maíz, citando en el escrito “Origen y Diversificación del Maíz”, algunas de las más importantes “A finales del siglo XIX cuando Ascherson, propuso la hipótesis de que el teocintle era el ancestro del maíz. Posteriormente, se planteó la idea de un ancestro común para el maíz, teocintle y *Tripsacum* fue promovida al principio del siglo XX por Weatherwax. La hipótesis de que el maíz fue domesticado de un maíz silvestre es parte de la teoría tripartita propuesta por Mangelsdorf y Reeves. La teoría del “anfidiplóide” propuesta por Anderson postula que un maíz primitivo se originó en el sureste de Asia mediante la hibridación y duplicación genómica de dos especies cada una con cinco pares de cromosomas, tales como Coix y Sorghum. Andres, después de que descubrió en Argentina una forma débil de un maíz tunicado llamado “semivestidos”, sugirió que este tipo de maíz fue el ancestro del maíz moderno. Finalmente Singleton sugirió que el mutante denominado “corn grass” puede mostrar algunos de los caracteres primitivos de tipo ancestral.” (Kato, 2009)

Este cereal no era conocido en Europa, y muy probablemente en ninguna parte del antiguo continente, antes del descubrimiento de América. La palabra *mahiz*, su primer nombre, es un vocablo del idioma haitiano, y no hay la mínima duda que Cristóbal Colón, ha sido su primer importador a Europa. Lo llamaron en un principio los españoles *triticum indicum*, trigo de las Indias, pues Colón se figuró siempre haber desembarcado en las costa oriental de Asia, de lo que llamaban las Indias. Era ya entonces el alimento principal de todo Centro América, de las Antillas, México, Perú, Chile, etc. Servía, en la región de los Incas, para hacer los panes sagrados de los sacrificios. (Crompton, 1974)

2.2. HISTORIA SOBRE EL ORIGEN DEL MAÍZ EN BOLIVIA

Sobre el origen del maíz en Bolivia se cuentan dos versiones importantes compiladas en el escrito “Los maíces en la seguridad alimentaria de Bolivia”

La primera señala a este cereal como originario de Bolivia; los autores que defienden esta posición se basan en los vestigios recientes hallados en el continente sudamericano (más propiamente en el norte del Paraguay, parte del Matto Grosso brasileño y en la región de Chiquitos en Bolivia), mucho más antiguos que los encontrados en México. (Ortiz, 2012)

La segunda versión sugiere la introducción de este cereal del continente norteamericano (en especial México) al territorio boliviano, en un periodo muy anterior a la consolidación del imperio incaico, sobre todo en las zonas de los valles altos y bajos. Los autores que hacen esta afirmación prefieren ser más cautos con los hallazgos recientes y señalan que la presencia del maíz en Bolivia se debe al intercambio de productos existente entre los pueblos de esas épocas. (Ortiz, 2012)

2.3. MORFOLOGÍA DEL MAÍZ

El cultivo de maíz es de régimen anual. Su ciclo vegetativo oscila entre 80 y 200 días, desde la siembra hasta la cosecha. Existen variedades enanas de 40 a 60 cm de altura, hasta las gigantes de 200 a 300 cm. (Parsons, 1981)

Raíz. Las raíces del maíz son fibrosas, compuestas por tres tipos de raíces: las primarias o seminales que se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad que ha sido sembrada, el crecimiento de estas raíces se detiene virtualmente en la etapa de tres hojas de la plántula; las raíces principales o secundarias, que se desarrollan a partir de la corona y las raíces aéreas o adventicias que inician su desarrollo a partir del primer nudo por encima de la corona. Las principales funciones de las raíces son aportar nutrientes a la planta y anclaje. (Herrera, 2021)

Tallo. El tallo del maíz es erecto, tiene aspecto de caña, sin ramificaciones, de elevada longitud y está constituido por un eje vertical sólido, alargado y cilíndrico. (Herrera, 2021)

Hojas. Las hojas son simples, de forma lineal, cuentan con una vaina que nace de cada nudo el cual presenta disposición alterna dística a lo largo del tallo. (Acosta, 2023)

Cerca de las inflorescencias femeninas se encuentran las hojas modificadas llamadas brácteas, cuya función es proteger al fruto. Las brácteas son mayormente verdes, sin embargo, en algunos tipos de maíz presentan una coloración morada. Esta coloración morada es otorgada por el pigmento llamado antocianina, el cual tiene propiedades antioxidantes. (Herrera, 2021)

Inflorescencia. La planta de maíz posee estructuras florales monoicas; desarrolla inflorescencias con flores de un solo sexo, que crecen siempre en lugares separados, pero en la misma planta. La inflorescencia masculina nace antes que las femeninas en el punto de crecimiento apical en el extremo superior del tallo y la inflorescencia femenina crece a partir de las yemas apicales en la axila de las hojas ubicándose aproximadamente en el punto medio del tallo. Inicialmente, las dos inflorescencias tienen primordios de flores bisexuales, sin embargo, en el proceso de crecimiento los primordios de los estambres en la inflorescencia axilar abortan y queda solo la inflorescencia femenina, de forma similar, los primordios del gineceo en la inflorescencia apical abortan y queda solo la inflorescencia masculina. (Herrera, 2021)

La inflorescencia masculina “espiga” o panoja está formada por espiguillas estaminadas conformadas por dos flores, cada una de estas flores posee tres anteras. Cuando las flores de la panoja se abren, se alargan unos filamentos que cumplen la función de llevar las anteras al exterior de la flor, para liberar granos de polen. La liberación del polen inicia por lo general de uno a tres días antes de que los estigmas emerjan de los brotes de la misma planta y continúa durante tres a cuatro días después de que los estigmas se hacen receptivos al polen. (Herrera, 2021)

La inflorescencia femenina o mazorca está formada por espiguillas pistiladas. La mazorca es una espiga de forma cilíndrica con un raquis central donde, se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla posee dos flores pistiladas, una de las flores tiene un óvulo fértil y el otro estéril, lo cual da como resultado un igual número de hileras de granos en la mazorca. La fecundación del segundo óvulo produce hileras atestadas y granos irregulares en la mazorca. Los estigmas están unidos al ápice del ovario, cumpliendo una doble función como estigma y estilo, por lo cual tiene la capacidad de recibir al polen en toda su longitud. La fecundación del óvulo ocurre por lo general dentro de las primeras 12 a 24 horas después de que los estigmas han sido polinizados. (Herrera, 2021)

El maíz es una especie de polinización abierta (alógama), principalmente por las características que poseen la inflorescencia masculina y femenina de cada planta, es por esta razón que el 95 por ciento de los óvulos son fecundados con polen de otras plantas y solo un 5 por ciento es fecundado con el mismo polen. (Herrera, 2021)

Fruto. El maíz tiene un fruto monospermo conocido como cariósipide o grano y está formado por cuatro estructuras principales: el pericarpio o cáscara, el germen o embrión, el endospermo y el pedicelo. La función principal del pericarpio es formar una pared que proteja y contenga a las demás estructuras del grano. El endospermo provee los nutrientes para el germinado de la semilla, hasta el instante que la nueva planta forme una cantidad suficiente del área foliar para hacerse autótrofa. El germen es la estructura a partir de la cual nace una nueva planta. El pedicelo es una estructura cónica de tejido inerte que cumple la función de unir el grano con el marlo. Los granos se unen alrededor del marlo y forman la mazorca. (Herrera, 2021)

2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino:	Vegetal
Phylum:	Telemophytae
División:	Tracheophytae
Sub división:	Anthophyta

Clase:	Angiospermae
Sub clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Sub Familia:	Panicoideae
Tribu:	Maydeae
Nombre científico:	<i>Zea mays</i> L.
Nombre común:	Maíz

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

2.5. REQUERIMIENTOS DEL MAÍZ

El cultivo del maíz requiere de las siguientes condiciones edafoclimáticas para poder obtener un desarrollo óptimo:

2.5.1. Suelos

El maíz se adapta muy bien a todo tipo de suelo (franco, franco arcilloso, franco arenoso y arcillo arenoso) y un pH entre 6.5 a 7.5. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con un buen drenaje para no producir encharcamientos que originen asfixia de las raíces. (Suquilanda, 1984)

2.5.2. Clima

El maíz en la zona andina requiere de temperaturas que fluctúen entre 10° C a 20° C.

El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua.

Requiere bastante incidencia de luz solar: 1500 a 2000 horas

Para una buena producción de maíz. Se hacen necesarias precipitaciones de entre 400 a 1 300 milímetros.

Se deben evitar los sectores excesivamente ventosos en vista de que son proclives a su rápida desecación y a que su fuerza produzca el acame de las plantas. (Suquilanda, 1984)

2.6. DESARROLLO DEL MAÍZ

El desarrollo del cultivo consiste en una sucesión obligatoria de etapas o fases dadas en un orden riguroso e irreversible, correspondiendo a la iniciación de órganos nuevos, es un fenómeno puramente cualitativo. Llamamos ciclo de desarrollo al conjunto de fases que van desde la germinación de la semilla hasta la floración y formación del fruto. Este ciclo comprende dos etapas bien definidas: desarrollo vegetativo y desarrollo reproductivo. (Fassio et al., 1998)

2.6.1. Etapas vegetativas

2.6.1.1. Etapa de Germinación y Emergencia

Se entiende por germinación a la serie de procesos que incluyen desde la imbibición o absorción de agua por parte de la semilla, hasta emergencia de la radícula; y por emergencia, a la etapa desde que emerge la radícula hasta la aparición del coleóptilo sobre el suelo. (Fassio et al., 1998)

2.6.1.2. Desarrollo del Sistema Radical

El sistema radical del maíz consiste de dos sistemas de raíces: (1) raíces seminales cuyo origen está presente en el embrión y (2) raíces adventicias que se originan del tallo después de la germinación. Estos sistemas radicales son llamados temporario y permanente respectivamente, si bien el sistema seminal puede persistir y ser funcional durante toda la vida de la planta. (Fassio et al., 1998)

El sistema adventicio empieza a desarrollarse cerca de VE y las primeras raíces empiezan a alongarse a partir del primer nudo durante V1. Desde V1 hasta casi R3 (después de la cual hay un crecimiento radical limitado), se desarrollan raíces adventicias en cada nudo del tallo hasta un total de 7 a 10 nudos. (Fassio et al., 1998)

Además de las raíces funcionales, 3 o 4 entrenudos aéreos pueden llevar raíces no funcionales que sirven para fijar la planta al suelo.

2.6.1.3. Estadio V3

Aproximadamente a los 8 días posteriores a la emergencia la planta presenta 2 hojas y a los doce días 3 hojas.

En V3 el ápice del tallo (punto de crecimiento) aún se encuentra por debajo de la superficie del suelo. En este momento se inician todas las hojas y espigas que la planta podría eventualmente producir. (Fassio et al., 1998)

2.6.1.4. Estadio V5

Alrededor de V5, la formación de hojas y espigas estará completa y aparece en el extremo superior del tallo una pequeña panoja de tamaño microscópico. El ápice del tallo está justo por debajo de la superficie del suelo y la planta tiene una altura total aproximada de 20 cm. (Fassio et al., 1998)

El punto de crecimiento subterráneo durante las etapas vegetativas tempranas es especialmente afectado por la temperatura del suelo. Una baja temperatura incrementará el tiempo entre los estadios vegetativos y el número total de hojas formadas, retrasará el desarrollo de la planta y reducirá la disponibilidad de nutrientes. (Fassio et al., 1998)

2.6.1.5. Estadio V6

En el estado V6 (en promedio, 24 días pos emergencia) el punto de crecimiento sobresale de la superficie del suelo y el tallo comienza un período de rápida elongación. (Fassio et al., 1998)

En este momento las raíces adventicias son el principal sistema funcional.

En este estadio, son visibles algunos macollos.

2.6.1.6. Estadio V9

El estadio V9 comienza promediamente a los 32 días posteriores a la emergencia. Durante dicho estadio, a partir de cada nudo aéreo se desarrolla una espiga potencial (con excepción de los 6 a 8 nudos por debajo de la panoja). Al principio cada una de ellas se desarrolla más rápidamente que la que se origina por encima de ella en el tallo. Sin embargo, el crecimiento de las espigas de la parte inferior del tallo se realiza gradualmente más despacio y sólo la primera o las dos primeras espigas superiores se desarrollarán en espigas productivas. (Fassio et al., 1998)

La panoja se desarrolla rápidamente y el tallo continúa una rápida elongación a través de la elongación de sus entrenudos. (Fassio et al., 1998)

2.6.1.7. Estadio V10

Cerca de V10 (35 días en promedio, pos emergencia) la planta comienza un rápido incremento en la acumulación de materia seca que continuará hasta la etapa reproductiva avanzada. Se requieren altas cantidades de nutrientes y agua del suelo para cumplir con la demanda. (Fassio et al., 1998)

2.6.1.8. Estadio V12

El estadio V12 ocurre promediamente a los 48 días pos emergencia. Aunque las espigas potenciales se forman justo antes de la formación de la panoja (V5), el número de hileras en cada espiga y el tamaño de la espiga se establecen en V12. No obstante, la determinación del número de óvulos (granos potenciales) no se completará hasta una semana antes de la emergencia de los estigmas o cerca de V17. (Fassio et al., 1998)

2.6.1.9. Estadio V15

La planta de maíz presenta en promedio, 14 hojas, 56 días después de la emergencia y 15 hojas a los 2 meses de la misma y está a 10 a 12 días de la etapa R1.

Este estadio es el comienzo del período más importante en términos de determinación del rendimiento de grano. El crecimiento de las espigas superiores supera al de las inferiores y un nuevo estadio vegetativo ocurre cada 1-2 días. Empiezan a crecer los estigmas de las espigas superiores. (Fassio et al., 1998)

2.6.1.10. Estadio V17

En V17 las espigas superiores han crecido lo suficiente como para que sus extremos sean visibles y también puede ser visible el extremo superior de la panoja. En este estadio se completa la determinación del número de granos por hilera. (Fassio et al., 1998)

2.6.1.11. Estadio V18

Los estigmas de los óvulos basales se desarrollan antes que los de los superiores.

El desarrollo de los órganos reproductivos toma de 8 a 9 días, esto se produce una semana antes de floración, el desarrollo de la espiga continúa rápidamente.

Cualquier deficiencia durante esta etapa retrasa el desarrollo de la espiga femenina y de los óvulos más que el de la panoja. El retraso en el desarrollo de las espigas provocará una desincronización entre el comienzo de la caída del polen y la emergencia de las barbas y por lo tanto problemas de fertilidad. (Fassio et al., 1998)

2.6.1.12. Estadio VT (Panojamiento)

VT se inicia aproximadamente 2-3 días antes de la emergencia de los estigmas, tiempo durante el cual la planta de maíz ha alcanzado su altura final y comienza la liberación del polen. El tiempo entre VT y R1 puede variar considerablemente en función del cultivar y de las condiciones ambientales. (Fassio et al., 1998)

2.6.2. Etapas reproductivas

Los seis estadios reproductivos que se describen a continuación se refieren principalmente al desarrollo del grano y sus partes.

En condiciones de campo, en cada planta la panoja libera el polen antes de que los estigmas hayan emergido de la espiga, pero continúa liberándolo varios días después de que los estigmas estén listos para ser polinizados (en total una semana o más). (Fassio et al., 1998)

2.6.2.1. Estadio R1 - Emergencia de Estigmas

La etapa R1 comienza cuando algunos estigmas son visibles fuera de las vainas (chala), aproximadamente 66 días después de la emergencia. La polinización ocurre cuando los granos de polen se depositan sobre los estigmas. Un grano de polen capturado requiere 24 horas para crecer dentro del estigma hasta el óvulo donde ocurre la fertilización y el óvulo es fecundado. Generalmente se necesitan entre 2 y 3 días para que todos los estigmas de una espiga queden expuestos y sean polinizados. (Fassio et al., 1998)

El estigma suministra agua al polen y provoca su crecimiento. En este momento se determina el número de óvulos fertilizados.

Cuando la punta del tubo polínico llega al micrópilo penetra entre las células del tejido nuclear hasta alcanzar el saco embrionario femenino. Cuando entra al saco embrionario, el tubo polínico se rompe liberando los dos espermatozoides. (Fassio et al., 1998)

Los óvulos que no son fertilizados no producirán granos. Condiciones ambientales adversas en este momento causan una pobre polinización (bajo número de granos), especialmente un estrés hídrico que tiende a desecar los estigmas y el polen. (Fassio et al., 1998)

2.6.2.2. Estadio R2 – Ampolla (aproximadamente 10-14 días después de emergencia de Estigmas)

Aunque el embrión todavía se está desarrollando lentamente durante esta etapa, la radícula, el coleóptero y la primera hoja embrionaria ya se han formado. La mazorca está casi por alcanzar, o ya alcanzó, su tamaño completo. Los estigmas, habiendo

completado su función de floración, se oscurecen y comienzan a secarse. (Fassio et al., 1998)

Los granos presentan cerca de 85% de humedad, porcentaje que irá descendiendo gradualmente hasta la cosecha.

2.6.2.3. Estadio R3 - Lechoso (18-22 días después de emergencia de Estigmas)

En R3 el grano es externamente de un color amarillo y el fluido interno es blanco lechoso debido a la acumulación de almidón. El embrión en esta etapa crece rápidamente. (Fassio et al., 1998)

Los granos presentan una rápida acumulación de materia seca y contiene aproximadamente 80% de humedad. En R3 las divisiones celulares del endosperma están esencialmente terminadas, por lo que el crecimiento es debido principalmente a la expansión celular y la acumulación de almidón en las células. (Fassio et al., 1998)

El rendimiento final depende del número de granos que se desarrolle y del tamaño final o peso de los granos. Aunque no tan severo como en R1, deficiencias en R3 pueden tener un efecto profundo en el rendimiento reduciendo ambos componentes de rendimiento. A medida que el grano madura, la reducción de rendimiento potencial debido a la ocurrencia de algún estrés es menor. (Fassio et al., 1998)

2.6.2.4. Estadio R4 - Pastoso (24-28 días después de emergencia de Estigmas)

La continua acumulación de almidón en el endosperma provoca que el fluido interno se transforme en una consistencia pastosa.

Normalmente en esta etapa ya se han formado cuatro hojas embrionarias y el embrión ha crecido considerablemente en tamaño con respecto a la etapa R3. (Fassio et al., 1998)

2.6.2.5. Estadio R5 - Dentado (35-40 días después de emergencia de Estigmas)

Los granos se secan comenzando por la parte superior donde aparece una capa dura de almidón de color blanco. Condiciones adversas en esta etapa reducirán el

rendimiento a través de una disminución del peso de los granos y no del número de granos. (Fassio et al., 1998)

En este estadio es cuando se recomienda normalmente realizar el ensilaje.

2.6.2.6. Estadio R6 - Madurez Fisiológica (55-65 días después de emergencia de Estigmas)

El estadio R6 se define cuando todos los granos en la espiga han alcanzado su máximo peso seco o máxima acumulación de materia seca y se forma una abscisión marrón o negra en la zona de inserción del grano a la mazorca (punto negro o capa negra). Esta abscisión es un buen indicador de la máxima acumulación de materia seca (madurez fisiológica) y señala el final de crecimiento del grano. (Fassio et al., 1998)

El promedio de humedad de grano en R6 (formación del punto negro) es 30-35%, sin embargo, esto puede variar entre cultivares y condiciones ambientales. El grano aún no está pronto para un almacenamiento seguro, para lo cual se requiere 13-15% de humedad. (Fassio et al., 1998)

2.7. PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE MAÍZ

2.7.1. Preparación de suelo

En la labranza convencional, normalmente se hace un pase de arado de disco de 26 pulgadas a una profundidad de 25 cm. (Ortigoza, 2019)

2.7.2. Siembra

Se debe efectuar con el inicio de las lluvias, teniendo en cuenta que las siembras tardías retrasan la floración femenina y reducen el periodo de llenado de grano. Dependiendo del tamaño de la semilla, del genotipo a sembrar y de la densidad de siembra, se necesitan entre 18 - 20 kg/ha de semilla para siembra manual y hasta 25 kg/ha de semilla para siembra mecánica. (Ortigoza, 2019)

2.7.3. Fertilización

El maíz es una planta exigente y muy sensible a las variaciones de fertilidad del suelo, por ende, responde bien a las aplicaciones de compuestos orgánicos, fertilizantes químicos y se debe aplicar en base a un análisis de suelo. El manejo eficiente de la nutrición en el cultivo de maíz es fundamental para alcanzar rendimientos elevados, sostenidos en el tiempo, y con resultados económicos positivos. (Ortigoza, 2019)

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales

REQUERIMIENTO	N	P	K	Ca	Mg	S
kg/T	22	4	19	3	3	4

Fuente: IPNI (2007), citado por Tomayo (2014). Requerimientos nutricionales de los cultivos. (Ortigoza, 2019)

2.7.4. Manejo de plagas y malezas

2.7.4.1. Manejo Integrado de Plagas

El manejo integrado de plagas es el trabajo agrícola que utiliza técnicas y métodos apropiados para el control de plagas, manteniendo las plagas en niveles inferiores a los que causan daño económico, trabajando junto con la naturaleza y no contra ella. El manejo integrado de plagas es fácil de aplicar en el cultivo de maíz, donde podemos poner en práctica diferentes tipos de control. (Ortigoza, 2019)

a) El Control cultural

- Uso de semilla seleccionada
- Rotación de cultivos (maíz. leguminosas)
- Asocio de cultivos (maíz, abonos verdes de la familia de las leguminosas)
- Cero labranza o labranza mínima
- Épocas de siembra

- Manejo de plantas no deseables (malezas)
- Densidad de siembra y fertilización

b) El control filogenético

Es el uso de variedades resistentes o tolerantes a las plagas. (Ortigoza, 2019)

c) El control biológico

Permite usar enemigos naturales de las plagas, atacándolas o devorándolas o sea matándolas. (O'Leary, 2016)

d) El control químico

Se refiere al uso de plaguicidas. Por su toxicidad, la decisión de aplicación debe partir de recuentos de plagas previamente realizados que nos indiquen si existe una población de plaga que dañe el rendimiento del cultivo en una proporción seria o grave. (Ortigoza, 2019)

2.7.5. Cosecha y manejo post cosecha

La cosecha se realiza normalmente en forma manual, una vez que hayan madurado los granos, inmediatamente deberán ser trasladados a un secadero y mantenerlo hasta bajar la humedad a 15 - 16%. Posteriormente realizar la trilla en forma manual o con desgranadora, y someter de nuevo al secado a sol hasta alcanzar por lo menos 13% de humedad. Secar el grano es un paso muy importante para evitar daños, principalmente de hongos e insectos. (Ortigoza, 2019)

El secado en carpas se puede hacer en mazorcas o desgranado. El uso de la carpa facilita la protección de la cosecha en caso de lluvias inesperadas. Guardar los granos en un silo. (Ortigoza, 2019)

2.8. EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS

El mejoramiento genético de plantas se define como el conjunto de operaciones que partiendo de un grupo de individuos cuyas cualidades no se encuentran en la

condición requerida, permite obtener otro grupo capaz de reproducirse, que se denomina cultivar y que constituye un progreso en algunas características, como un medio para satisfacer, cada vez en mejor forma, las necesidades de la humanidad. (Nakayama, 2018).

2.8.1. Heterosis-endocrìa

La heterosis es notable y se usa en la producción de híbridos. La depresión de endocrìa es muy manifiesta, y depende de las razas; las razas andinas no pueden ser autopolinizados por más de 2 generaciones porque degeneran rápidamente. Las líneas endocriadas difieren en habilidad combinatoria que puede ser general o específica. (Claure, 2009)

2.8.2. Técnicas de polinización en maíz

En todos los tipos de polinización artificial, se “jilotean” previamente al día de la polinización las plantas que van a usarse como hembras, y el día de polinización se cubren las plantas que van a servir de macho. (Claure, 2009)

El jiloteo consiste en cubrir con una bolsa transparente de glassine o de polietileno al jilote de las plantas antes de que haya aparecido estigma alguno. Algunos acostumbran despuntar el jilote en ese momento, lo cual consiste en cortar dos centímetros. De su punta, para estimular la aparición de los estigmas y que esta sea uniforme para garantizar una fecundación completa de todos ellos; sin embargo, si es el despunte o “corte” se hace antes de lo debido al jilote se “pega” y no hay producción de estigmas. Por esta razón se prefiere cubrir con la bolsa de jiloteo antes de la aparición de estigmas y como dichas bolsas son transparentes, esperar un día o dos hasta que hayan aparecido algunos pelillos y entonces efectuar el corte. Esta operación debe hacerse rápidamente, descubriendo el jilote y cortando, para que no vaya a haber contaminación con polen extraño. (Claure, 2009)

Cubrir espigas significa que a las seis o siete de la mañana del día de polinización, se cubren las espigas que se van a ser usadas este día como machos con bolsas de papel

Manila especiales, las que se sujetan con un clips al pedúnculo de la espiga. Esta operación puede hacerse la víspera pero se corre el riesgo de que si llueve esa tarde o en la noche el polen que se produzca al otro día se germine por la humedad de la bolsa mojada. En la bolsa de espiga se debe escribir la fecha (con número arábigos, primero el día y luego el mes) y los signos convencionales según el tipo de polinización que se vaya a hacer. (Claure, 2009)

2.8.3. Polinización por autofecundación para generar líneas autofecundadas o líneas “S”

Se cubren únicamente plantas que tengan espiga madura y jilotes receptivos simultáneamente. Al momento de la polinización, simplemente en cada planta se “baja” su espiga y en una operación rápida se descubre el jilote vaciando el contenido de la bolsa de espiga al jilote, el cual se cubre totalmente con aquella sacudiéndola energéticamente. Las bolsas van previamente marcadas con el signo ⊗. (Claure, 2009)

En la cosecha cada mazorca se desgrana individualmente vaciando su contenido en un sobre, el cual se enumera correlativa y arbitrariamente, y se marcan con el signo ⊗. Cada mazorca producirá una progenie auto fecundada de primera generación o línea S₁, la letra S es del inglés Selfing que significa “auto”. Si se hace la misma operación año tras año se van generando líneas auto fecundada de segunda, tercera, etc. generación, o sea S₂, S₃, etc. (Claure, 2009)

2.9. DESCRIPTORES PARA EL MAÍZ CIMMYT/IBPGR

El Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo (CIMMYT), es una organización no lucrativa, de capacitación e investigación científicas, consolidada internacionalmente. El CIMMYT está comprometido en un programa mundial de investigación del maíz, el trigo y el triticale, especialmente incrementando la producción alimentaria en los países en desarrollo. (CIMMYT/IBPGR, 1991)

El IBPGR es una organización científica internacional autónoma bajo los auspicios del CGIAR, El IBPGR fue establecido por el CGIAR en 1974. La función básica del IBPGR es la promoción y coordinación de la recolección, conservación, documentación, evaluación y utilización de recursos fitogenéticos, y en consecuencia contribuir a elevar el nivel de vida y el bienestar de la población de todo el mundo. (CIMMYT/IBPGR, 1991)

En 1980, el IBPGR publicó una lista de descriptores de maíz (*Zea mays* L.) según lo acordado en la tercera Reunión del Comité Asesor del IBPGR sobre Maíz. Esta lista fue revisada por el IBPGR y CIMMYT, tomando en cuenta los comentarios de otros expertos. (CIMMYT/IBPGR, 1991)

Los números de los descriptores de la lista de 1980 se incluyen entre paréntesis después del descriptor correspondiente en la lista revisada. El IBPGR promueve la recolección de datos sobre las primeras cuatro categorías de la lista: 1. Entrada; 2. Recolección; 3. y 4. Caracterización y Evaluación preliminar. Asimismo, ha establecido que la información contenida en los incisos 1 a 4 es la mínima aceptable que debe existir sobre una entrada. Los descriptores de la categoría 5 en adelante, permiten la codificación sencilla de datos de caracterización y evaluación posteriores y sirven de ejemplo para crear descriptores adicionales. (CIMMYT/IBPGR, 1991)

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

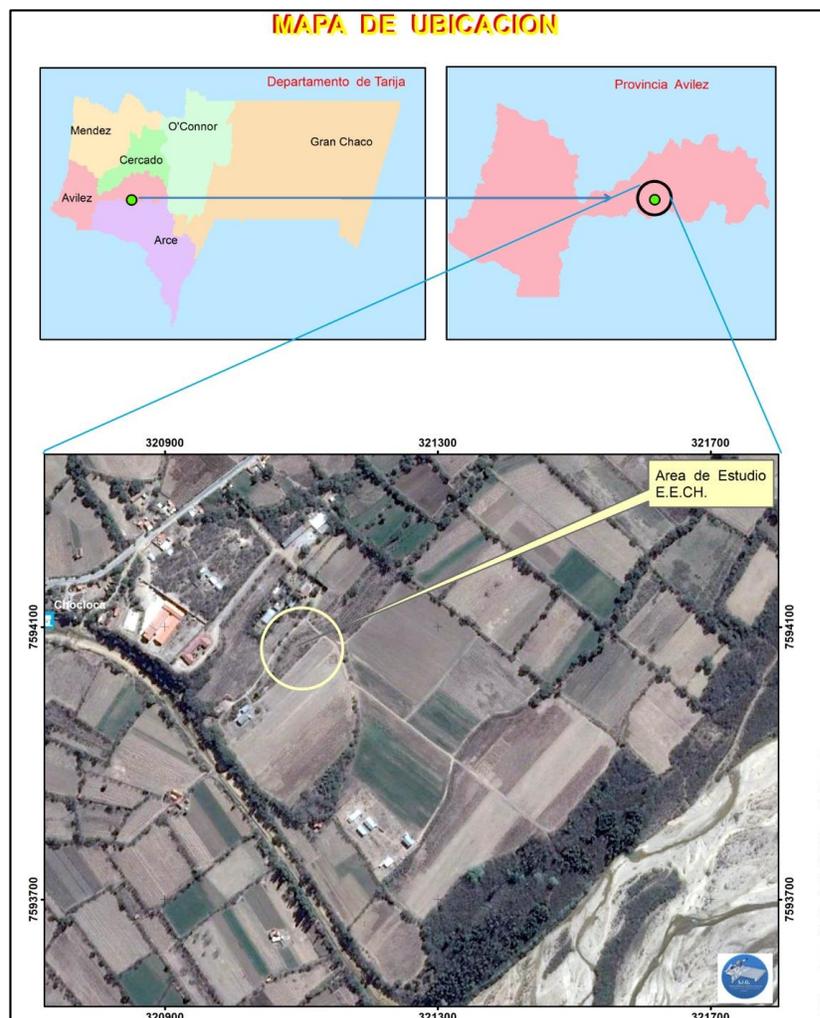
CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Localización

El presente trabajo fue realizado en el Centro Experimental de Chocloca (CECH) dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, que se encuentra en el sur de Bolivia, en el departamento de Tarija, provincia José María Avilés, municipio de Uriondo, a 38 Km de la ciudad capital, la ubicación está entre las coordenadas geográficas $21^{\circ}44'52''\text{S}$ y $64^{\circ}43'48''\text{W}$.



3.1.2. Clima

La temperatura media anual de la comunidad de Chocloca es de 17,8 C, con una mínima de 9,6 °C siendo los meses más fríos de Junio a Agosto y una temperatura máxima de 25,9°C. Que comprende los meses de Octubre a Enero. (SENAMHI, 1975 - 2010)

La humedad relativa es de 67,6% con una precipitación media anual de 660,2 mm; la precipitación máxima diaria es de 165,0 mm. (SENAMHI, 1975 - 2010)

Los vientos predominantes tienen la dirección Norte con una velocidad media de 8,0 km. por hora. (SENAMHI, 1975 - 2010)

Los meses más susceptibles a heladas son: Mayo, junio, julio y Agosto.

3.1.3. Suelos

De acuerdo al sistema de clasificación Agrológica de suelos (Capacidad de uso), presentan terrenos de la Clase Arables II a IV con limitantes principalmente de suelos (fertilidad baja y profundidad moderada). (Gobierno del Municipio de Uriondo, S.F.)

Según la clasificación taxonómica, por la dominancia de las características edáficas, los suelos de esta unidad pertenecen a la clase Lixisoles.

Los suelos de esta unidad de terreno presentan reacción calcárea en al menos las texturas más finas (arcillosas). El pH o reacción del suelo, medido en suspensión suelo-agua (relación 1:5), varía de alcalino a neutro (pH=7,9 a 7,1). (Gobierno del Municipio de Uriondo, S.F.)

La conductividad eléctrica (CE), medida en la misma condición que para el pH, es baja, indicando la ausencia de problemas de salinidad y de toxicidad de sales para la mayoría de las plantas. (Gobierno del Municipio de Uriondo, S.F.)

El contenido de materia orgánica total en general es de nivel medio a bajo (2,7% a 0,41%), resultando a la vez un contenido muy pobre a pobre de carbono orgánico (0,28 a 1,57%). La relación C/N en el suelo varía de 4,9 a 9,1, calificándose entonces como baja, aunque es también el resultado de los pobres a muy pobres contenidos

carbono y nitrógeno, por lo que la mineralización de la materia orgánica del suelo no necesariamente será alta ya que a estos contenidos la población microbiana también será muy pobre, sin embargo se recomienda la frecuente incorporación de materiales orgánicos en los suelos con actividad agrícola. (Gobierno del Municipio de Uriondo, S.F.)

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material Vegetal

Para el presente trabajo de investigación se utilizaron semillas de cuatro variedades criollas de maíz procedentes de Cañahuayco.

- Pisankalla
- Morocho criollo
- Overo
- Chaparrita

3.2.2. Material de Campo

- Estacas
- Cinta métrica
- Azadones
- Pala
- Azadón
- Flexómetro
- Wuincha
- Mochila
- Tractor agrícola
- Arado
- Tijeras
- Sobres de papel kraft para la recolección de polen
- Balanza de precisión
- Sobres glassine para cubrir la flor femenina
- Clips
- Engrampadora
- Cámara fotográfica
- Grampas
- Estilete

3.2.3. Material de gabinete

- Cuaderno de apuntes
- Planillas de registro
- Marcadores
- Regla

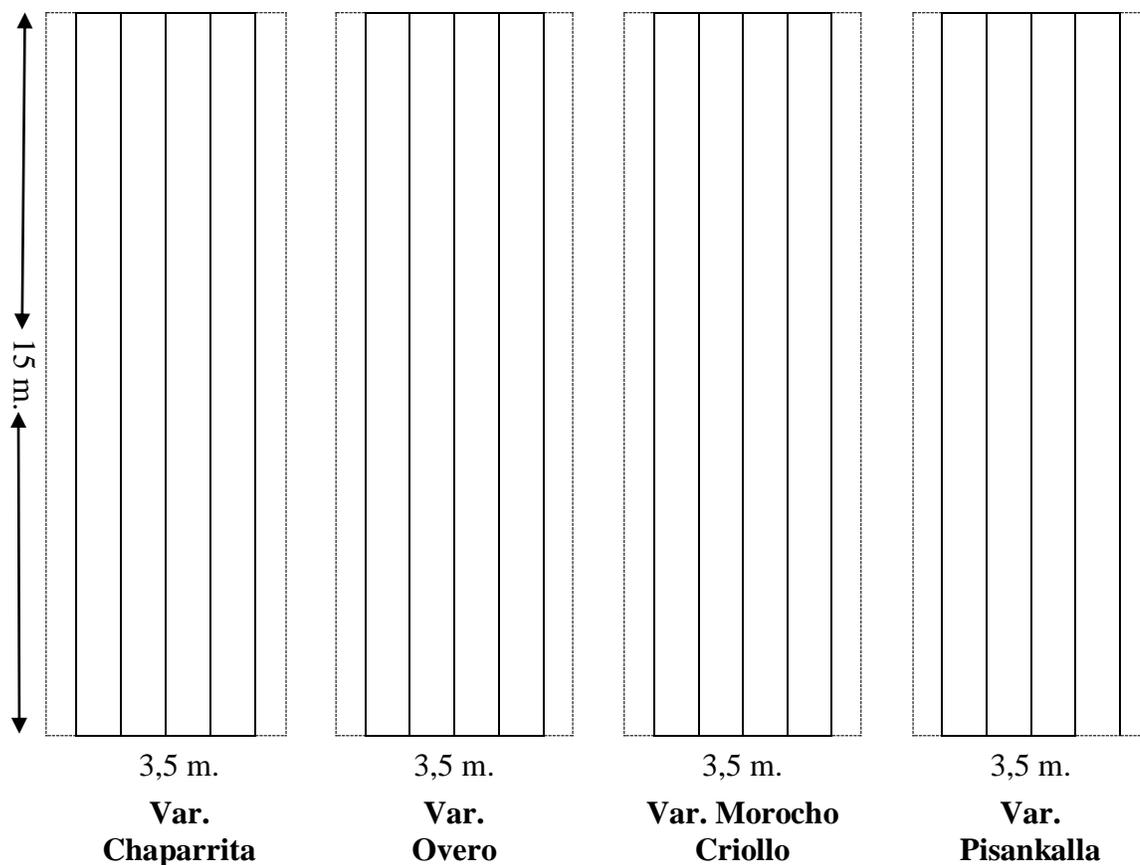
- Cinta masking
- Balanza de precisión
- Pie de rey
- Lápiz
- Tablero
- Manual de descriptor del CIMMYT/IBPGR y el INIAF

3.3. METODOLOGÍA

En el análisis de los datos del presente trabajo se hizo uso como metodología la estadística descriptiva, para el cual se procesó los datos con las variables respuestas para las cuatro variedades criollas de maíz.

Tomando en cuenta los estados fenológico de la planta y de cada Variedad se obtuvieron los datos de 10 plantas al azar para su caracterización, la información obtenida fue tomada en base al descriptor propuesto por el CIMMYT/IBPGR y el INIAF.

3.4. DISEÑO DE CAMPO



DATOS

- Surcos de cada variedad: 5
- Distancia de planta a planta: 0,25 m
- Distancia de surco a surco: 0,7 m
- Distancia de cada surco lineal: 15 m

3.5. DESARROLLO DEL ENSAYO

Para llevar a cabo el desarrollo del ensayo se realizó la siembra de las semillas de las cuatro variedades criollas de maíz en parcelas con 5 surcos de 15 metros de largo y 0,7 metros de distancia entre sí, con un total de 60 plantas por surco trabajando con 300 plantas por parcela tomando en cuenta una densidad de siembra de 57 143 plantas por hectárea.

Llegado el momento en el cual las plantas de cada variedad alcanzaron el estado reproductivo se realizó las autopolinizaciones de 20 a 30 plantas por variedad, de las cuales 10 fueron caracterizadas en sus diferentes etapas de desarrollo fenológico del cultivo, de igual manera se realizó la caracterización en la mazorca y los granos de las mismas.

Para el levantamiento de dato de la caracterización en planta y en mazorcas, se tomaron en cuenta las recomendaciones encontradas en el descriptor propuesto por el CIMMYT/IBPGR y el INIAF, al momento de concluir con la caracterización correspondiente de cada variedad, se realizó el control interno de calidad de la semilla en el laboratorio de semillas del INIAF, donde se pudo determinar: pureza física, porcentaje de germinación y porcentaje de humedad, esto tomando en cuenta las normas ISTA.

3.5.1. Preparación del terreno

Se inició con la toma de muestra para el análisis de suelo a 20 cm de profundidad del terreno seleccionado para el ensayo, el mismo fue dividido en cuatro parcelas de 3,5

metros de ancho por 15 metros de largo cada una, dejando un espacio de 1 m. entre cada parcela.

El preparado del terreno fue realizado con un Mes de anticipación de la siembra para que tenga una buena y adecuada preparación, el cual fue realizado de manera mecanizada.

3.5.2. Siembra

La siembra de todas las variedades fue realizada el día 29 de Noviembre del 2022, donde el surcado fue realizado de manera mecanizada, la semilla fue colocada y enterrada de manera manual a una profundidad entre 3 a 5 cm, a una distancia de 25 cm. entre semillas y 70 cm. entre surcos, donde se depositaron 2 semillas por golpe.

3.5.3. Densidad de siembra

Datos

D planta a planta= 0.25m.

L. de surco= 15m.

$$\mathbf{D. Siembra} = \frac{\text{L. de surco}}{\text{D planta a planta}}$$

$$\mathbf{D. Siembra} = \frac{15\text{m.}}{0.25 \text{ m.}} = 60 \text{ plant./surco} \times 5 \text{ surcos} = \mathbf{300 \text{ plant./parcela}}$$

3.5.4. Control de Malezas

El control de las malezas fue realizado de dos maneras, química y manual, donde para el control químico de malezas se utilizó el GESAPRIM con una dosis de 150 gramos para 10 litros de agua, con relación de 3 kilogramos de herbicida para 200 litros de agua; el control manual se llevó acabo en tiempo de lluvia, el cual fue realizado con ayuda de machete, hoz y azadón.

3.5.5. Fertilización

Se realizó tomando en cuenta los resultados del análisis de suelo tomado antes de la preparación del terreno. La toma de la muestra para el mismo se realizó el método del zig zag a una profundidad de 20 a 25 cm, obteniendo una muestra de 1 kilogramo, la misma fue enviada al laboratorio del Servicio Departamental Agropecuario y Ganadero (SEDAG).

Cuadro 2. Análisis de suelo CECH

PARÁMETRO		VALOR	UNIDAD	INTERPRETACIÓN
pH		7,47		Débilmente alcalino
Conductividad Eléctrica (CE)		0,231	mmhos/cm	Débilmente salino
Potasio (K)		0,13	meq/100g	Muy bajo
Capacidad de intercambio Catiónico (CIC)		22,65	meq/100g	Moderado
Materia Orgánica (MO)		1,66	%	Bajo
Nitrógeno (N)		0,13	%	Bajo
Fósforo (P)		21,92	Olsen/ppm	Alto
Densidad Aparente (Da)		1,34	g/cc	
Textura	Arena (A)	33,84	%	Franco Arcilloso (FY)
	Limo (L)	37,04	%	
	Arcilla (Y)	29,12	%	

De acuerdo a los resultados entregados y su interpretación, se ha requerido adicionar por cada parcela de 52,5 m², 105 kilogramos de materia orgánica (estiércol de vaca), el cual fue aplicado antes de la siembra; se determinó la dosificación de fertilizante inorgánico (15-15-15), esto debido a que el previo análisis de suelo, daba a conocer su deficiencia de nitrógeno y potasio en el mismo, posterior a hacer los cálculos correspondientes, se determinó la aplicación de 170,93 Kg de 15-15-15 para una hectaria, y para un surco de 15 metros lineales 178,35 gr de 15-15-15.

3.5.6. Carpida y aporque

Esta labor fue realizada con la finalidad de favorecer a un mayor anclaje de la planta al suelo, evitando el vuelco por acción del viento, volteando la tierra del callejón de los surcos sobre la base del tallo de la planta, la cual fue realizada al momento de la fertilización de las plantas a los 28 días después de la siembra.

3.5.7. Riegos

En el cultivo se aplicó el sistema de Riego por inundación o también llamado tradicional, siendo este aplicado cuando era necesario debido a que los primeros meses después de la siembra, fue temporada seca por falta de lluvias.

3.5.8. Plagas y enfermedades

3.5.8.1. Plagas

- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
- Gusano de la mazorca (*Heliothis zea*) Tarajchi, (*Tordus merula*)
- Tarajchi (*Tordus merula*)

3.5.8.2. Control Fitosanitario

Se realizó la aplicación de insecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) ya que se observó la presencia del mismo en dos fases del cultivo, primeramente en el estado vegetativo (29 días) y en el estado reproductivo del cultivo (96 días), para los dos ataques del mismo se hizo uso de insecticida llamado, en este caso de **Tracer**, con dosificación de 10 ml/20 Litros, por la condiciones climáticas se adicionó como adherente Gomax Plus con una dosis de 20 ml/20 litros.

3.5.9. Cubrición de flor femenina

Se realizó antes de que los estigmas sean visibles fuera de las vainas (chala), cubriendo las futuras mazorcas con un sobre glassine, y de esta manera evitar la polinización dirigida, las mismas plantas fueron marcadas con una cinta roja para su fácil distinción.

3.5.10. Recolección de polen

Una vez que de la flor masculina empezó a madurar el polen y a desprenderse los granos del mismo, se cubrió la panoja de la planta seleccionada con un sobre de papel Kraft.

3.5.11. Polinización

Una vez que el grano de polen comenzó a desprenderse de la panoja y los estigmas ya se encontraban receptivos simultáneamente, al momento de la polinización, de cada planta se baja su panoja y en una operación rápida se descubre la flor femenina vaciando el contenido del sobre del papel kraft que cubría la panoja de la misma planta (cubierta 24 horas antes) que se encontraba con polen a los estigmas receptores, se vuelve a cubrir nuevamente con el sobre glassine y de igualmanera toda la mazorca con el sobre de papel kraft con el identificativo correspondiente de la autopolinización ⊗.

3.5.12. Cosecha

La cosecha fue iniciada el 12 de Abril del 2023 de la variedad Chaparrita, 12 de Abril de la variedad Morocho Criollo, 22 de Abril de la variedad Overo y se finalizó el 27 de Abril con la variedad Pisankalla, se tomó en consideración que el grano haya alcanzado su maduración fisiológica y los mismo se encuentren con una humedad aproximada del 35% y posteriormente para que los granos disminuyan su porcentaje de humedad a aproximadamente un 8% se realizó un secado manual, para que

posteriormente los granos sean aptos para ser utilizados en una posterior siembra como semilla.

3.6. PROCEDIMIENTO DEL REGISTRO DE DATOS

El levantamiento de los datos de la caracterización morfológica de las cuatro variedades de maíz, se inició desde el momento de la siembra, hasta la caracterización del grano, para el cual, se evaluaron 10 plantas de cada variedad, tomando en cuenta cada fase fenológica del cultivo como las recomendaciones encontradas en el descriptor propuesto por el CIMMYT y el INIAF.

3.7. VARIABLES A EVALUAR

Según el manual de descriptores para Maíz (CIMMYT/IBPGR, 1991) y Descriptor de Variedades Inscritas en el Registro Nacional de Variedades del INIAF.

3.7.1. Estado vegetativos (Planta)

- **Días hasta la antesis (floración masculina)**

Se llevó a cabo el registro con respecto al número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas ha liberado el polen.

- **Días hasta la emisión de estigmas (floración femenina)**

Se llevó a cabo el registro con respecto al número de días desde la siembra hasta que han emergido los estigmas del 50% de las plantas

3.7.2. Floración (Planta)

- **Color del tallo**

Se observó e identificó entre las dos mazorcas más altas hasta tres colores del tallo.

1 Verde

2 Rojo sol

3 Rojo

4 Morado

5 Café

– **Pubescencia de la vaina foliar**

Observó la pubescencia foliar que recubre el tallo y la mazorca superior.

3 Escasa

5 Intermedia

7 Densa

– **Índice de macollamiento**

Se observó si las plantas contaban con macollos, y se realizó el conteo.

3.7.3. Después de la floración (Planta)

– **Número total de hojas por planta**

Se realizó el conteo del número existentes de hojas en una planta desde las hojas bajas, hasta la hoja bandera.

– **Longitud de la hoja [cm]**

Para conocer la longitud se llevó acabo la medición de la hoja que sobresale de la mazorca más alta, desde la lígula hasta el ápice de la hoja.

– **Ancho de la hoja [cm]**

Para conocer el ancho llevó acabo la medición en la misma hoja de la planta utilizada para determinar la longitud, donde se tomó como referencia en el punto medio de la hoja.

– **Número de nervaduras**

Se realizó el conteo del número de venas tomando como referencia en el punto medio de cada hoja, se comenzó por el centro de la hoja en cada mazorca más alta hacia los bordes.

– **Orientación de las hojas**

Se observó si se presenta algún ángulo o curvatura entre el limbo de la hoja y el tallo de la hoja más alta.

- 1 Erectas
- 2 Colgantes

– **Tipo de panoja**

Se observó la estructura de las ramificaciones que se encuentran en la panoja de la planta de maíz.

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

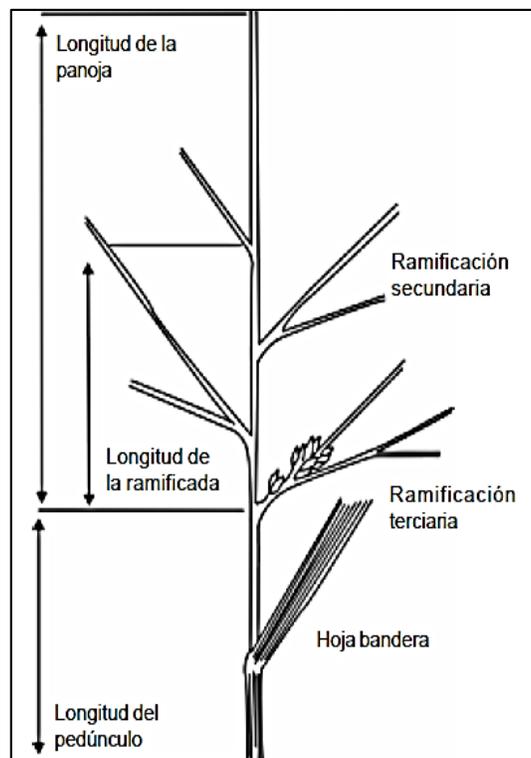


Figura 1. Tipo de espiga

– **Presencia de lígula foliar**

Se observó si había presencia de un apéndice membranoso ubicado en la línea que une la lámina, o limbo foliar, con la vaina.

+ Presente

0 Ausente

3.7.4. Después del estado lecho (Planta)

– **Altura de la planta [cm]**

Se realizó la medición desde una base de cada planta, hasta lograr base de la panoja punto donde esta panoja empieza a ramificarse.

– **Altura de la mazorca [cm]**

Se realizó la medición desde la base de la planta hasta el nudo de la mazorca más alta.

– **Número de hojas arriba de la mazorca más alta, incluida la hoja de la mazorca**

Se realizó el conteo del número existentes de hojas en una planta desde la hoja hasta su mazorca más alta, hasta la hoja bandera.

– **Longitud de la panoja [cm]**

Se realizó dicha medición desde una base de la panoja (primera ramificación) hasta el final “última punta de la última ramificación”

– **Longitud del pedúnculo de la panoja[cm]**

Se realizó esta medición desde el nudo donde nace la panoja hasta donde comienzan las ramificaciones de la misma.

– **Longitud de la parte ramificada de la panoja [cm]**

Se realizó la medición desde la base de la panoja donde comienza la ramificación hasta la base de la última ramificación.

– **Número de ramificaciones primarias en la panoja**

Se realizó la observación y el conteo del número existentes de las ramificaciones primarias de la panoja. En el caso de observarse ramificaciones secundarias y terciarias, igualmente se realizó el conteo de las mismas.

– **Índice de prolificidad**

Se realizó la división del número total de la mazorca entre el número total de plantas evaluadas.

3.7.5. Cosecha (mazorca)

– **Cobertura de la mazorca**

Este dato se evaluó al momento de la cosecha.

3 Pobre

5 Intermedia

7 Buena

– **Daños en la mazorca**

Se midió el grado del daño a la mazorca por pudrición y/o insectos.

0 Ninguno

3 Poco

7 Grave

– **Número de brácteas**

Se realizó la observación y el conteo del número existentes de brácteas que recubren la mazorca.

3.7.6. Después de la Cosecha (mazorca)

– **Número de hileras de granos**

Se contabilizó el número hileras de granos, usando la mazorca más alta.

– **Disposición de hileras de granos**

Se realizó al momento de la cosecha, usando la mazorca más alta y se identifica la principal tendencia.

1 Regular

2 Irregular

3 Recta

4 En espiral

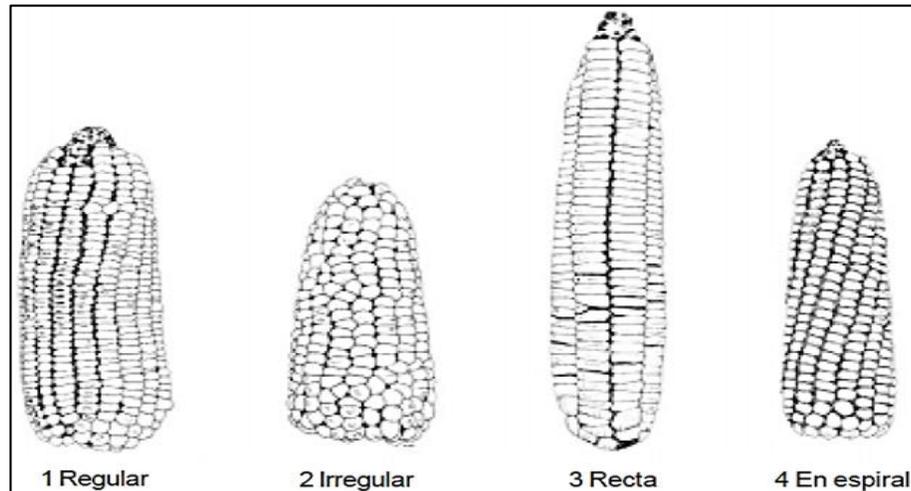


Figura 2. Disposición de hileras de granos

– **Diámetro de la mazorca y marlo [cm]**

Se midió con un calibrador en la parte central de la mazorca.

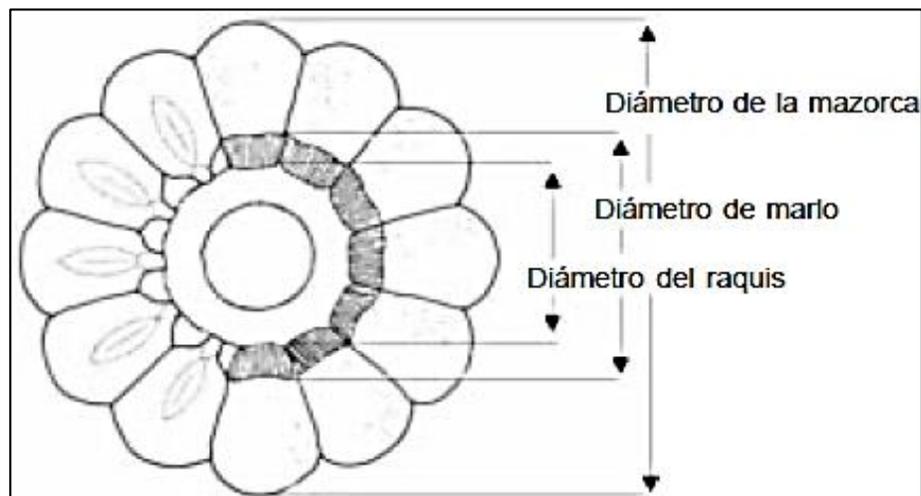


Figura 3. Descriptores de la mazorca

– **Número de granos por hilera**

Se contabilizó el número de granos de tres hileras por mazorca, usando la mazorca más alta.

– **Longitud del pedúnculo de la mazorca [cm]**

Se evaluó desde el punto de inserción de cierta mazorca en el tallo hasta la base de la mazorca.

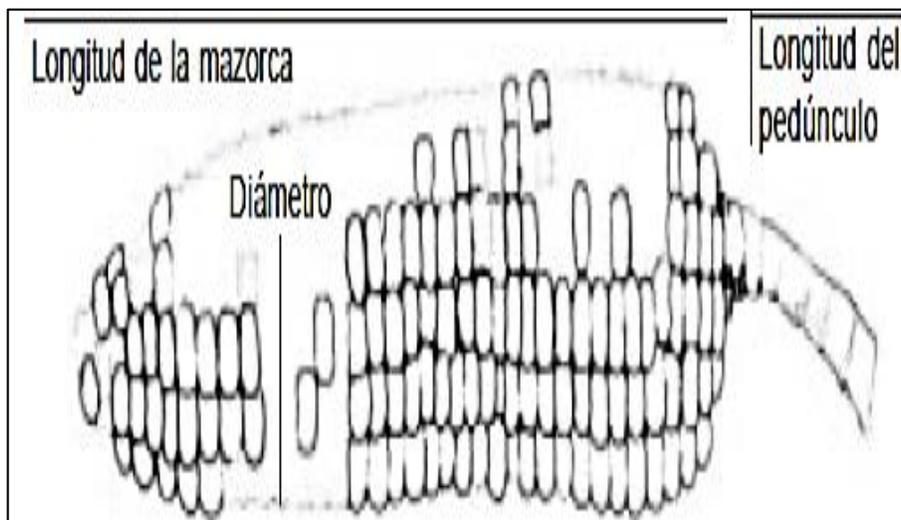


Figura 4. Descriptores de la mazorca

– **Longitud de la mazorca [cm]**

También se trabajó con la medición de la mazorca desde la base “hasta el ápice de la misma.”

– **Peso del malo [gr]**

Luego se pesó el marlo de la mazorca después de ser cosechada y desgranada.

– **Peso de granos de la mazorca [gr]**

Posteriormente se evaluó utilizando el peso de la mazorca y se le restó el peso del marlo de la misma.

– **Forma de la mazorca**

Se realizó después de la cosecha, al momento de ser deshojada.

- 1 Cilíndrica
- 2 Cilíndrica – cónica
- 3 Cónica

4 Alargada



Figura 5. Forma de la mazorca

– **Peso de la mazorca [gr]**

Pesamos la mazorca completa después de ser cosechada y deshojada.

– **Color del marlo**

La identificación respectiva de color del marlo se realizó al momento del desgrane.

- 1 Blanco
- 4 Rojo
- 2 Café
- 3 Morado
- 5 Jaspeado
- 6 Otros

3.7.7. Después de la Cosecha (grano)

– **Tipo de grano**

Se determinó a tomando en cuenta la siguiente escala.

- 1 Harinos

2 Semiharinoso (Morocho), con una capa externa de endosperma duro

3 Dentado

4 Semidentado; entre dentado y cristalino, pero más parecido al dentado.

5 Semicristalino; cristalino de capa suave.

6 Cristalino

7 Reventador

8 Dulce

9 Opaco 2 (QPM: maíz con alta calidad de proteína)

10 Tunicado

11 Ceroso



Figura 6. Tipo de grano

– **Color del grano**

Se observó e indicó el color primario de los granos.

1 Blanco

2 Amarillo

3 Morado

4 Jaspeado

- 5 Café
- 6 Anaranjado
- 7 Moteado
- 8 Capa blanca
- 9 Rojo

– **Forma de la superficie del grano**

Se observó la forma predominante de los granos de la parte central de la mazorca.

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

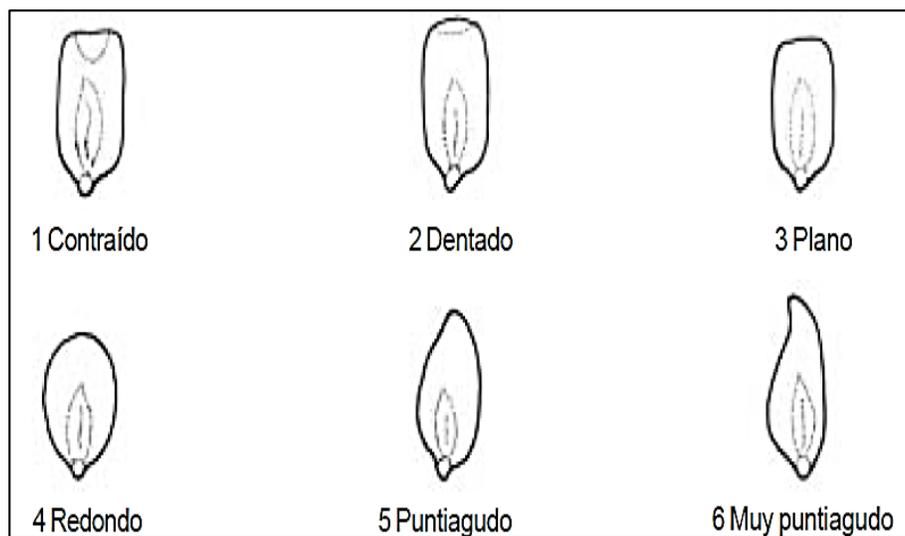


Figura 7. Forma de la superficie del grano

– **Peso de 100 granos**

Esta variable se determinó después de la cosecha, desgranando 10 mazorcas y se registró el peso de 100 granos.

– **Longitud del grano [mm]**

Se promedió 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de la mazorca más alta, medidos con un calibrador.

– **Ancho del grano [mm]**

Se midió el ancho de los mismos 10 granos que se encontraban en el punto medio de una mazorca.

– **Grosor del grano [mm]**

Se midió con un calibrador el grosor de los mismos 10 granos que se encontraban en el punto medio de una mazorca.

3.7.8. Clasificación de maíz según el índice de precocidad FAO

Cuadro 3. Clasificación de maíz según el índice de precocidad FAO

CICLO FAO	Acumulación de grados día (GDU)	DÍAS (entre siembra y maduración fisiológica)
200	< 1 826	86 – 95
300	1 826 – 1 925	96 – 105
400	1 926 – 2 000	106 – 115
500	2 001 – 2 075	116 – 120
600	2 076 – 2 125	121 – 130
700	2 126 – 2 176	131 – 140
800	2 177 – 2 227	141 – 150
900	2 228 – 2 278	151 – 160
1 000	< 2 279	161

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CICLO DE CULTIVO DE LAS CUATRO VARIEDADES

Cuadro 4. Días Floración Femenina, Días Floración Masculina y Días de cosecha

Nombres de la Variedad	Días Floración Femenina	Días Floración Masculina	Días de cosecha
Chaparrita	75	69	134
Morocho criollo	76	71	140
Overo	80	76	144
Pisankalla	81	75	149

La Variedad Chaparrita fue la variedad más precoz de las cuatro variedades estudiadas, siendo su ciclo de cosecha a los 134 días después de la siembra; la siguiente variedad cosechada que fue Morocho criollo a los 140 días; de acuerdo a la clasificación FAO para el índice de precocidad, las mismas se encuentran en el ciclo FAO 700 (131-140 días).

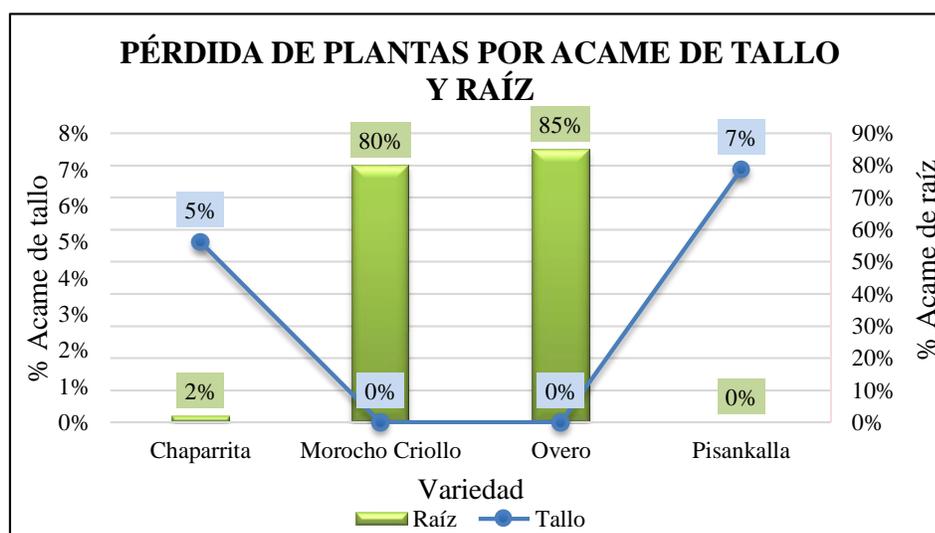
La variedad Overo fue la tercera variedad cosechada a los 144 días, finalmente la variedad con ciclo más largo de entre las cuatro Variedades estudiadas fue la variedad Pisankalla cosechada a los 149 días; de acuerdo a la clasificación FAO para el índice de precocidad, las mismas se encuentran en el ciclo FAO 800 (141-150 días).

4.2. PÉRDIDA DE PLANTAS

Cuadro 5. Pérdida de plantas por acame de Tallo y Raíz

Tipo de acame	Chaparrita	Morocho Criollo	Overo	Pisankalla
Raíz	2%	70%	80%	0%
Tallo	5%	0%	0%	7%

Gráfica 1. Pérdida de plantas por acame de Tallo y Raíz



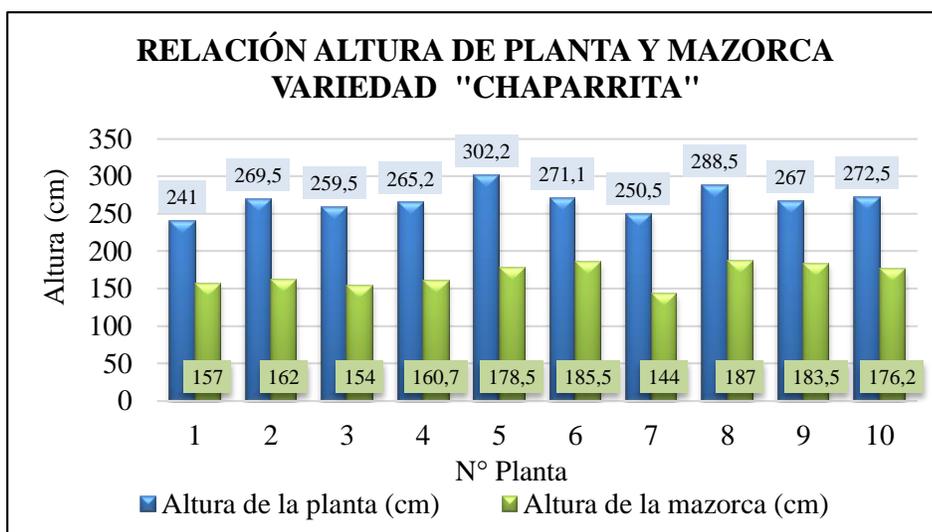
Durante el periodo de desarrollo del cultivo se presentó pérdidas de plantas en las cuatro variedades, siendo las pérdidas por acame de tallo las más leves, se presentaron en mayor porcentaje en las variedades Chaparrita y Pisankalla teniendo un 5% y 7% de pérdidas; las pérdidas más considerables se observaron por acame de raíz en las variedades Morocho criollo y Overo, presentando una pérdida de 80% y 85%; la pérdida de acame de raíz se presentó más considerablemente en la etapa de desarrollo de la planta, no se pudo evidenciar presencia de alguna enfermedad fungosa o bacteriana, se sospecha la posibilidad que la misma sea provocada por la sensibilidad de estas variedades al exceso de agua provocado por la temporada de lluvias durante el desarrollo fenológico del cultivo.

4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA RELACIÓN ALTURA DE PLANTA Y MAZORCA

Cuadro 6. Relación altura de planta y mazorca variedad "CHAPARRITA"

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Med.
Altura de la planta (cm)	241	269,5	259,5	265,2	302,2	271,1	250,5	288,5	267	272,5	268,7
Altura de la mazorca (cm)	157	162	154	160,7	178,5	185,5	144	187	183,5	176,2	168,8

Gráfica 2. Relación altura de planta y mazorca variedad "CHAPARRITA"



La variedad Chaparrita cuenta con una altura de planta entre 241 cm y 302,2 cm, teniendo un promedio de 268,7 cm; mientras que la altura de inserción de la mazorca más alta entre todas las muestras cuenta con una altura promedio de 168,8 cm, la misma se encuentra ubicada en la parte media superior de planta a 99,9 cm de distancia del ápice de la planta.

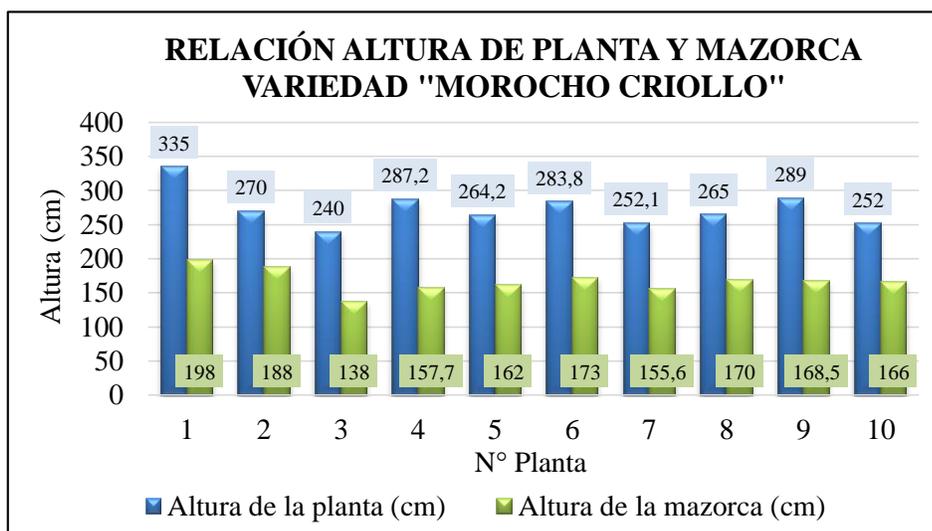
Según Ocampo (2021), la variedad Chaparrita cuenta con un promedio de altura de planta de 178 cm y una altura de inserción de la mazorca más alta de 100 cm. Se

puede observar que la misma variedad cuenta con una diferencia de 90,7 cm con respecto a la altura de planta y 68,8 cm con relación a la inserción de la mazorca.

Cuadro 7. Relación altura de planta y mazorca variedad “MOROCHO CRIOLLO”

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Med.
Altura de la planta (cm)	335	270	240	287,2	264,2	283,8	252,1	265	289	252	273,83
Altura de la mazorca (cm)	198	188	138	157,7	162	173	155,6	170	168,5	166	167,68

Gráfica 3. Relación altura de planta y mazorca variedad “MOROCHO CRIOLLO”



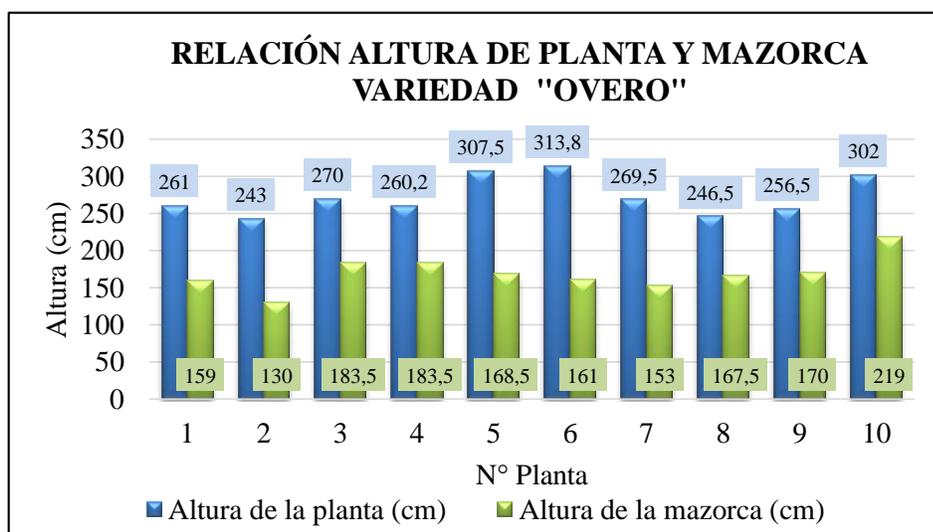
La variedad Morocho Criollo cuenta con una altura de planta entre 240 cm y 335 cm, teniendo un promedio de 273,83 cm; mientras que la altura de inserción de la mazorca más alta entre todas las muestras cuenta a una altura promedio de 168,84 cm, la misma se encuentra ubicada en la parte media superior de planta a 106,15 cm de distancia del ápice de la planta.

Según Ocampo (2021), la variedad Morocho Criollo cuenta con un promedio de altura de planta de 168,63 cm y una altura de inserción de la mazorca más alta de 88,5 cm. Se puede observar que la misma variedad cuenta con una diferencia de 105, 2 cm con respecto a la altura de planta y 80,34 cm con relación a la inserción de la mazorca.

Cuadro 8. Relación altura de planta y mazorca variedad “OVERO”

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Med.
Altura de la planta (cm)	261	243	270	260,2	307,5	313,8	269,5	246,5	256,5	302	273
Altura de la mazorca (cm)	159	130	183,5	183,5	168,5	161	153	167,5	170	219	169,5

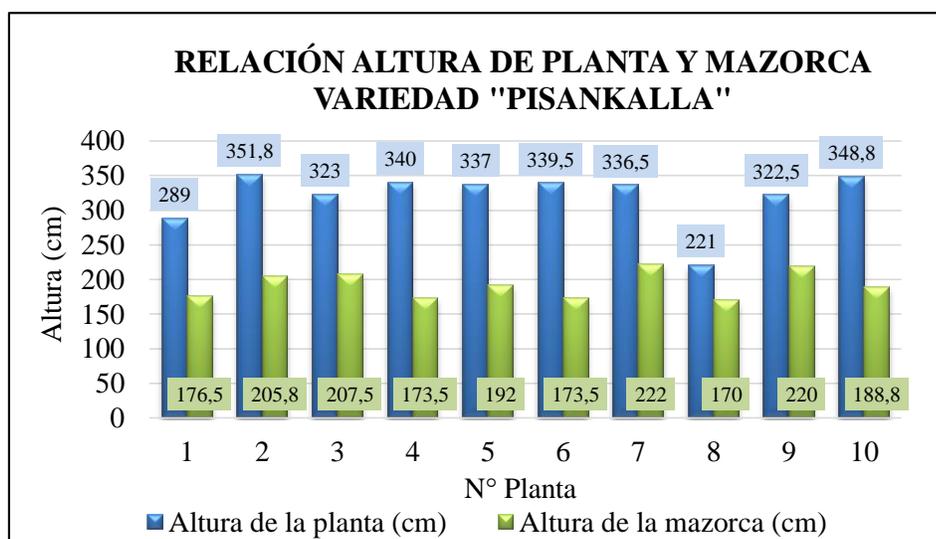
Gráfica 4. Relación altura de planta y mazorca variedad “OVERO”



La variedad Overo cuenta con una altura de planta entre 243 cm y 313,8 cm, teniendo un promedio de 273 cm; mientras que la altura de inserción de la mazorca más alta entre todas las muestras cuenta a una altura promedio de 169,5 cm, la misma se encuentra ubicada en la parte media superior entre planta a 103,5 cm con una distancia del ápice entre planta.

Cuadro 9. Relación altura de planta y mazorca Variedad “PISANKALLA”

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Med.
Altura de la planta (cm)	289	351,8	323	340	337	339,5	336,5	221	322,5	348,8	320,91
Altura de la mazorca (cm)	176,5	205,8	207,5	173,5	192	173,5	222	170	220	188,8	192,96

Gráfica 5. Relación altura de planta y mazorca Variedad “PISANKALLA”

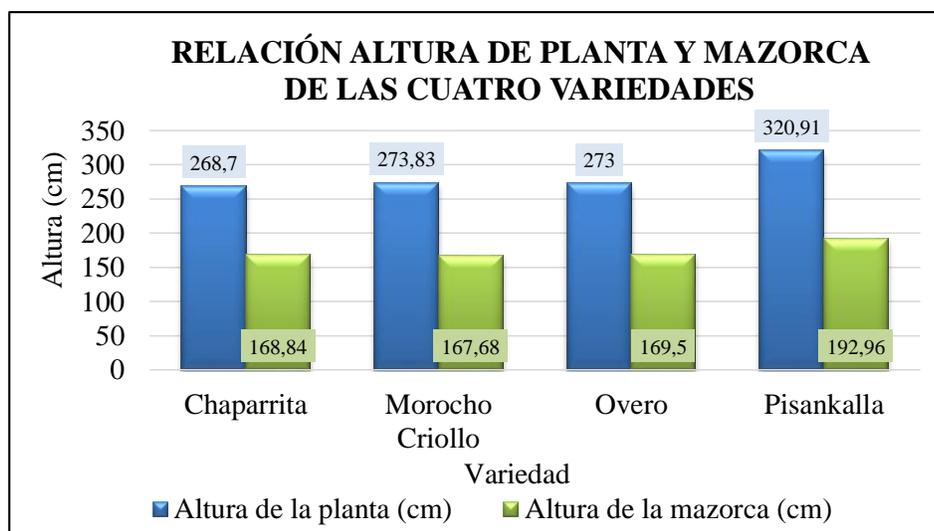
La variedad Pisankalla cuenta con una altura de planta entre 221 cm y 351,8 cm, teniendo un promedio de 320,91 cm; mientras que la altura de inserción de la mazorca más alta entre todas las muestras cuenta a una altura promedio de 192,96 cm, la misma se encuentra ubicada en la parte media superior de planta a 127,95 cm de distancia del ápice de la planta.

Según Ocampo (2021), la variedad Pisankalla cuenta con un promedio de altura de planta de 186 cm y una altura de inserción de la mazorca más alta de 111 cm. Se puede observar que la misma variedad cuenta con una diferencia de 134,91 cm con respecto a la altura de planta y 81,96 cm con relación a la inserción de la mazorca.

Cuadro 10. Relación altura de planta y mazorca de las “CUATRO VARIEDADES”

Variable	Chaparrita	Morocho Criollo	Overo	Pisankalla
Altura de la planta (cm)	268,7	273,83	273	320,91
Altura de la mazorca (cm)	168,84	167,68	169,5	192,96

Gráfica 6. Relación altura de planta y mazorca de las “CUATRO VARIEDADES”



La variedad que mostró la mayor altura fue la Pisankalla con una altura promedio de 320,91 cm, mientras que la inserción de la mazorca más alta una altura promedio de 192,96 cm respectivamente. Ocampo (2021), evaluó esta misma variedad, presentando una altura total de 186 cm y una altura de inserción de la mazorca más alta de 111 cm; seguidamente obteniendo similares resultados, se tienen a las variedades Morocho Criollo y Overo las cuales presentaron una altura de 273,83 cm y 273 cm; con una altura de la mazorca más alta de 167,68 cm y 169,5 cm, según Ocampo (2021), la variedad Morocho criollo presentó una altura de 168,63 cm y una

altura de inserción de la mazorca más alta de 88,5; finalmente la variedad con menor altura fue la Chaparrita, con una altura promedio de 268,7 cm y altura de mazorca más alta entre 168, 84 cm. Ocampo (2021) mencionan que la altura promedio de planta es de 178 cm y la altura por inserción de la mazorca es 100 cm.

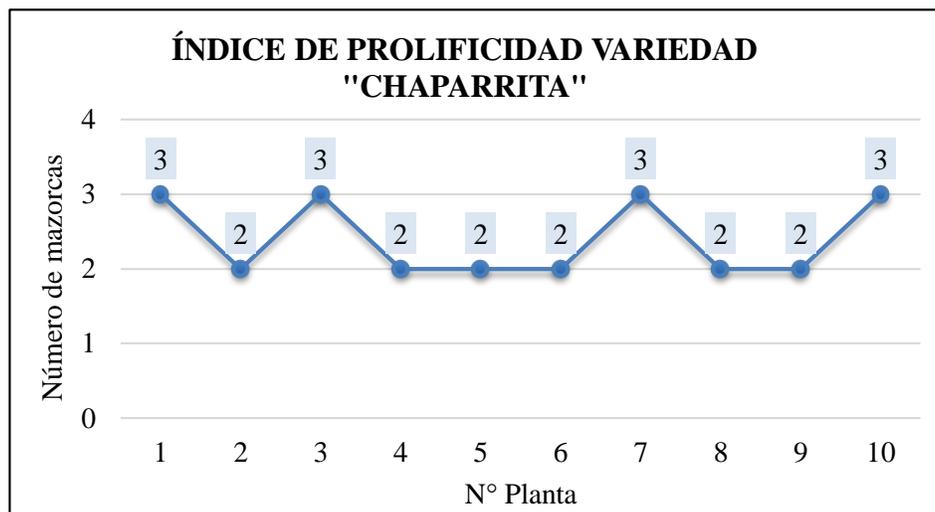
Los datos obtenidos en el presente trabajo poseen grandes diferencias con los obtenidos por Ocampo (2021), que puede deberse a la época de siembra tardía, en Enero, ocasionando que el cultivo sea alcanzado por heladas, llegando a provocar que planta presente estrés por frío causando la reducción en la tasa de crecimiento de las plantas.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA ÍNDICE DE PROLIFICIDAD

Cuadro 11. Índice de prolificidad Variedad "CHAPARRITA"

Variable	Índice de Prolificidad	Media	2,40
1	3	Error típico	0,16
2	2	Mediana	2
3	3	Moda	2
4	2	Desviación estándar	0,52
5	2	Varianza de la muestra	0,27
6	2	Curtosis	-2,28
7	3	Coefficiente de asimetría	0,48
8	2	Rango	1
9	2	Mínimo	2
10	3	Máximo	3
Med.	2,4	Suma	24
		Cuenta	10
		Coefficiente de Variación	21,51

Gráfica 7. Índice de prolificidad variedad "CHAPARRITA"

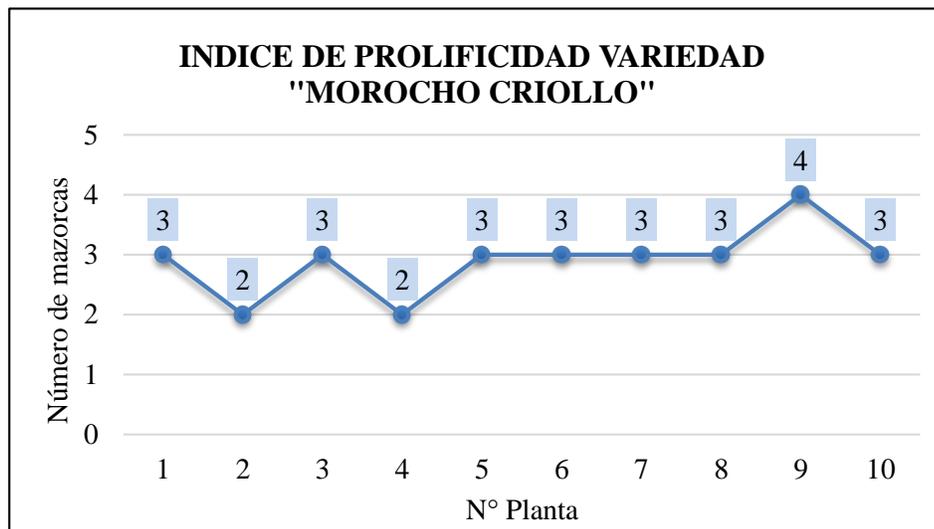


Para la variable del índice de prolificidad de la variedad Chaparrita se tiene una media de 2,40 mazorcas por planta; un error típico de $\pm 0,16$, una moda de 2 mazorcas; la desviación estándar con respecto a su promedio es de 0,52, un rango de 2 mazorca y un coeficiente de variación de 21,51 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

Cuadro 12. Índice de prolificidad variedad "MOROCHO CRIOLLO"

Variable	Índice de Prolificidad	Media	2,90
1	3	Error típico	0,18
2	2	Mediana	3,00
3	3	Moda	3
4	2	Desviación estándar	0,56
5	3	Varianza de la muestra	0,32
6	3	Curtosis	1,49
7	3	Coefficiente de asimetría	-0,09
8	3	Rango	2
9	4	Mínimo	2
10	3	Máximo	4
Med.	2,9	Suma	29
		Cuenta	10
		Coefficiente de Variación	19,57

Gráfica 8. Índice de prolificidad variedad "MOROCHO CRIOLLO"

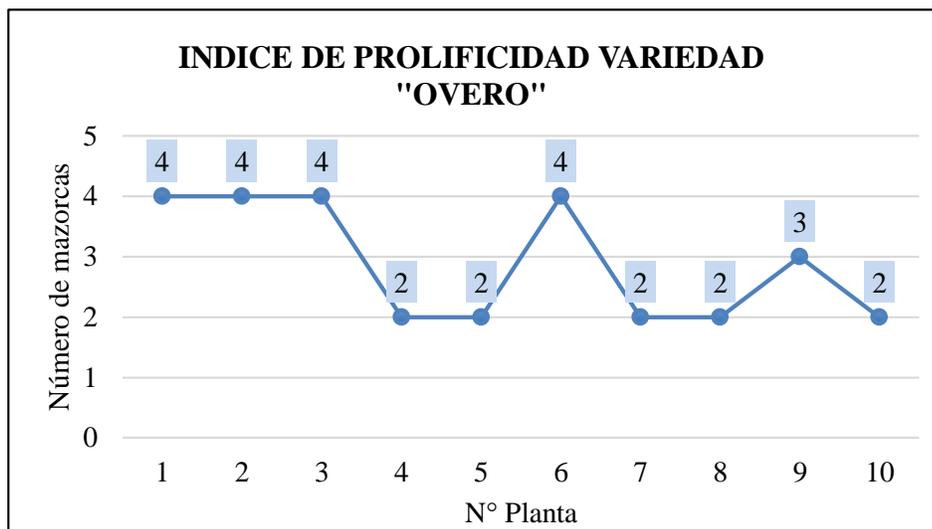


Para la variable del índice de prolificidad de la variedad Morocho Criollo se tiene una media de 2,90 mazorcas por planta; un error típico de $\pm 0,18$, una moda de 3 mazorcas la desviación estándar con respecto a su promedio es de 0,56, un rango de 2 mazorcas y un coeficiente de variación de 19,57 % que estadísticamente representa una baja variabilidad.

Cuadro 13. Índice de prolificidad variedad "OVERO"

Variable	Índice de Prolificidad	Media	2,9
1	4	Error típico	0,3
2	4	Mediana	2,5
3	4	Moda	2
4	2	Desviación estándar	0,99
5	2	Varianza de la muestra	1,0
6	4	Curtosis	-2,3
7	2	Coficiente de asimetría	0,2
8	2	Rango	2
9	3	Mínimo	2
10	2	Máximo	4
Med.	2,9	Suma	29
		Cuenta	10
		Coficiente de Variación	34,29

Gráfica 9. Índice de prolificidad variedad "OVERO"



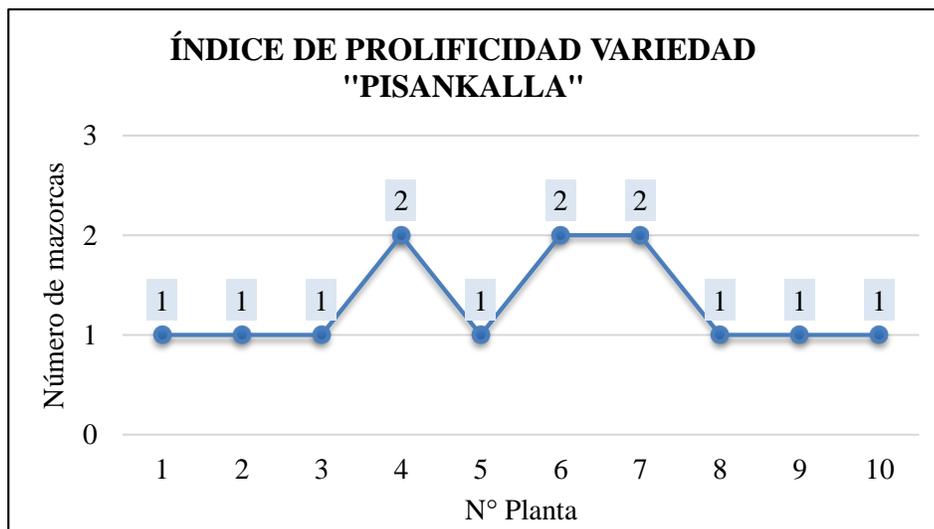
Para la variable del índice de prolificidad en la variedad Overo se tiene una media de 2,90 mazorcas por planta; un error típico de $\pm 0,3$, una moda de 2 mazorcas, la desviación estándar con respecto a su promedio es de 0,99, un rango de 2 mazorcas y un coeficiente de variación de 34,29 % que estadísticamente representa una alta variabilidad.

Cuadro 14. Índice de prolificidad variedad "PISANKALLA"

Variable	Índice de Prolificidad
1	1
2	1
3	1
4	2
5	1
6	2
7	2
8	1
9	1
10	1
Med.	1,3

Media	1,30
Error típico	0,15
Mediana	1,00
Moda	1
Desviación estándar	0,48
Varianza de la muestra	0,23
Curtosis	-1,22
Coficiente de asimetría	1,04
Rango	1
Mínimo	1
Máximo	2
Suma	13
Cuenta	10
Coficiente de Variación	37,16

Gráfica 10. Índice de prolificidad variedad " PISANKALLA "

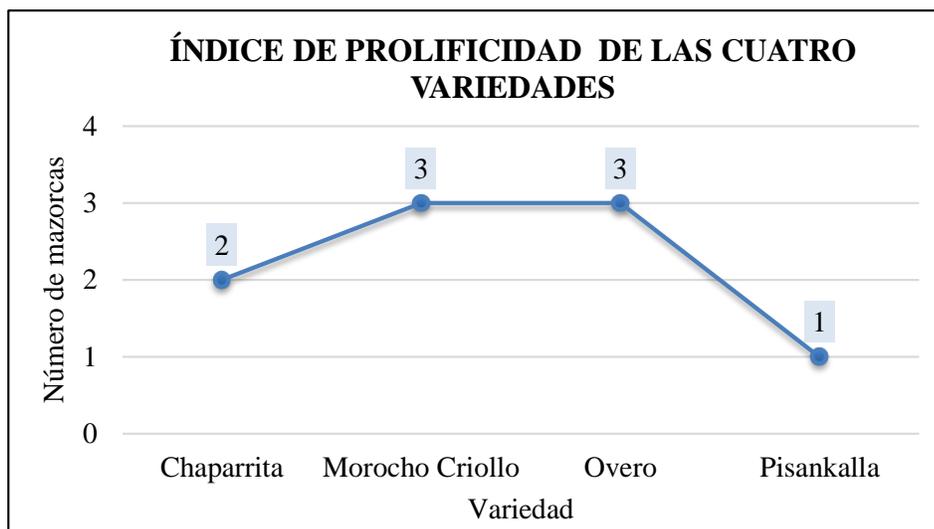


Para la variable del índice de prolificidad de la variedad Pisankalla se tiene una media de 1,3 mazorcas por planta; un error típico de $\pm 0,15$, una moda de 1 mazorca, la desviación estándar con respecto a su promedio es de 0,48, un rango de 1 mazorca y un coeficiente de variación de 37,16 % que estadísticamente representa una alta variabilidad.

Cuadro 15. Índice de prolificidad de las "CUATRO VARIEDADES"

Variable	Índice de Prolificidad
Chaparrita	2
Morocho Criollo	3
Overo	3
Pisankalla	1

Gráfica 11. Índice de prolificidad de las “CUATRO VARIEDADES”



Las variedades que mostraron el mayor número de mazorcas fueron las variedades Morocho, criollo y Overo con un promedio de 3 mazorcas por planta; seguidamente de la variedad Chaparrita presentando un promedio de 2 mazorcas; finalmente la variedad con menor número de mazorcas fue la Pisankalla, con un promedio de 1 mazorca por planta.

Según la FAO (2001), Las yemas de las mazorcas se inician en todos los nudos bajos de la planta de maíz pero en muchos cultivares solo 1 o 2 de ellas en la parte superior se desarrollan completamente, generalmente lo apropiado es obtener de entre 1 a 2 mazorcas, en el caso de hallar en una planta más de 2 mazorcas, las mismas tienden a competir más en crecimiento, provocando que se obtengan mazorcas pequeñas.

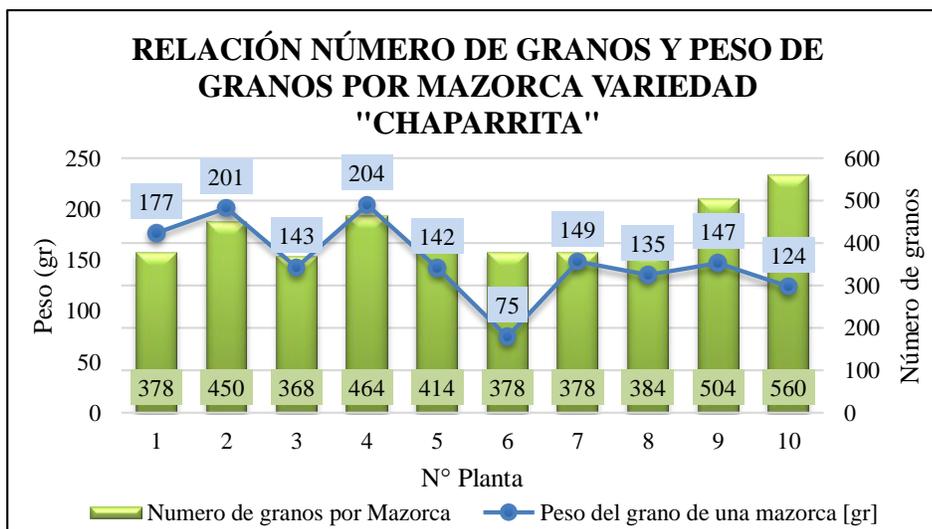
4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA RELACIÓN NÚMERO DE GRANOS Y PESO DE GRANOS POR MAZORCA

Cuadro 16. Relación número de granos y peso de granos por mazorca variedad “CHAPARRITA”

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Med.
Número de hileras de granos	18	18	16	16	18	18	18	16	18	20	17,6
Número de granos por hileras	21	25	23	29	23	21	21	24	28	28	24,3
Peso del grano de una mazorca [gr]	177	201	143	204	142	75	149	135	147	124	149,69
Número de granos por Mazorca	378	450	368	464	414	378	378	384	504	560	427,8

El número de hileras por mazorca tiene como mayor frecuencia repetitiva 18 hileras, teniendo un rango de diferencia entre las 10 mazorcas estudiadas de 4 hileras, el número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hilera obteniendo mayor repetición 21 granos, teniendo un rango de diferencia de los mismos de 8 granos, el número total de granos está determinado por el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera.

Gráfica 12. Relación número de granos y peso de granos por mazorca variedad “CHAPARRITA”



La variedad Chaparrita cuenta con un número de granos por mazorca entre 378 y 560 granos, teniendo un promedio de 427,8 granos; mientras que el peso de granos por mazorca entre las muestras cuenta con un peso promedio de 149,69 gr.

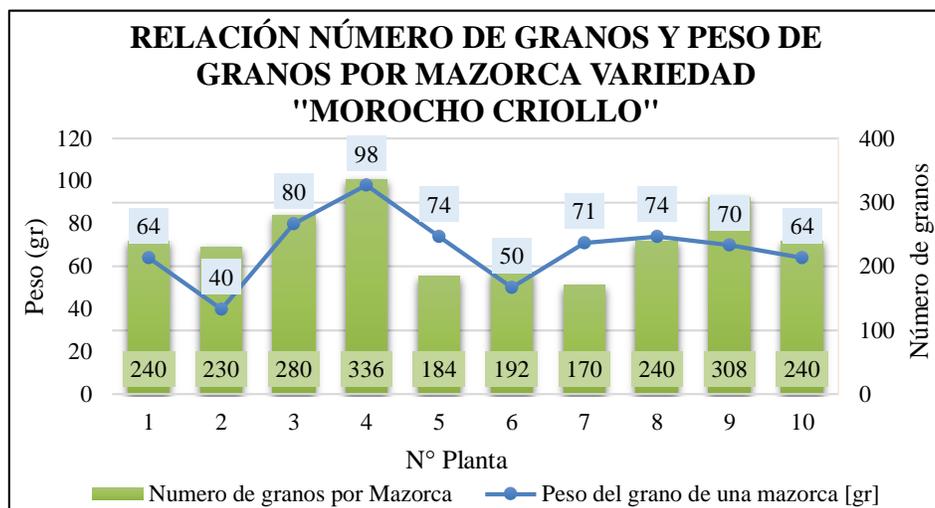
Según Molina (2020), la mazorca de la variedad Chaparrita cuenta con un peso promedio de 81 gr, un número de 14 hileras por mazorca y 27 granos por hilera, llegando a tener una cantidad de 378 granos por mazorca. Se puede observar que la misma variedad cuenta con una diferencia de 68, 69 gr y de 50 granos por mazorca.

Cuadro 17. Relación número de granos y peso de granos por mazorca Variedad “MOROCHO CRIOLLO”

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Med.
Número de hileras de granos	10	10	14	16	8	8	10	10	14	10	11
Número de granos por hileras	24	23	20	21	23	24	17	24	22	24	22,2
Peso del grano de una mazorca [gr]	64	40	80	98	74	50	71	74	70	64	68,5
Número de granos por Mazorca	240	230	280	336	184	192	170	240	308	240	242

El número de hileras por mazorca tiene como mayor frecuencia repetitiva 10 hileras, teniendo un rango de diferencia entre las 10 mazorcas estudiadas de 8 hileras, el número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hilera obteniendo mayor repetición 24 granos, teniendo un rango de diferencia de los mismos 7 granos, el número total de granos está determinado por el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera.

Gráfica 13. Relación número de granos y peso de granos por mazorca Variedad “MOROCHO CRIOLLO”



La variedad Morocho criollo cuenta con un número de granos por mazorca entre 336 y 170 granos, teniendo un promedio de 242 granos; mientras que el peso de granos por mazorca entre las muestras cuenta con un peso promedio de 68,5 gr.

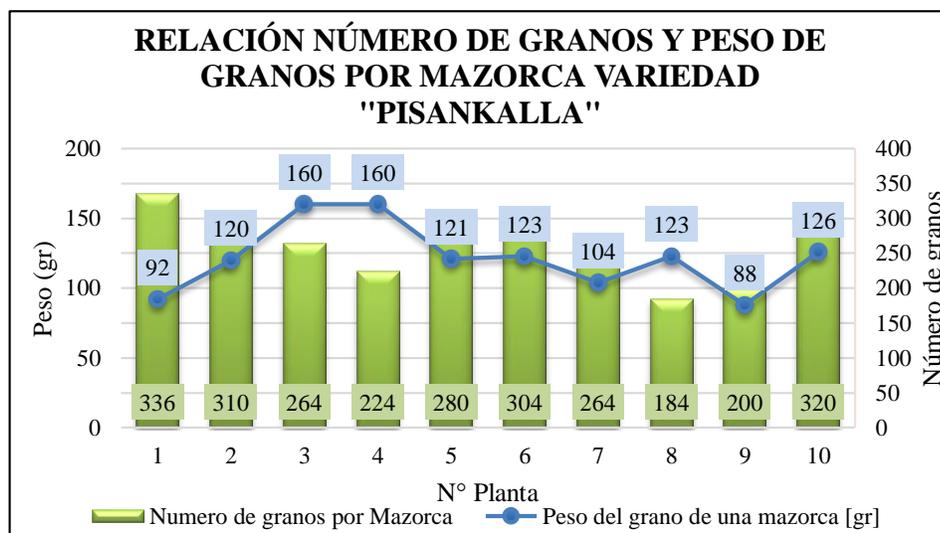
Según Ocampo (2021), la mazorca de la variedad Morocho criollo cuenta con un peso promedio de 43 gr, un número de 8 hileras por mazorca y 24 granos por hilera, llegando a tener una cantidad de 192 granos por mazorca. Se puede observar que la misma variedad cuenta con una diferencia de 25,5 gr y de 50 granos por mazorca.

Cuadro 18. Relación número de granos y peso de granos por mazorca variedad “PISANKALLA”

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Med.
Número de hileras de granos	12	10	8	8	10	8	12	8	8	10	9,4
Número de granos por hileras	28	31	33	28	28	38	22	23	25	32	28,8
Peso del grano de una mazorca [gr]	92	120	160	160	121	123	104	123	88	126	121,7
Número de granos por Mazorca	336	310	264	224	280	304	264	184	200	320	268,6

El número de hileras por mazorca tiene como mayor frecuencia repetitiva 8 hileras, teniendo un rango de diferencia entre las 10 mazorcas estudiadas de 4 hileras, el número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hilera obteniendo mayor repetición 28 granos, teniendo un rango de diferencia de los mismos, 11 granos, el número total de granos está determinado por el número en hileras por mazorca y número de granos por hilera.

Gráfica 14. Relación número de granos y peso de granos por mazorca variedad "PISANKALLA"



La variedad Pisankalla cuenta con un número de granos por mazorca entre 336 y 184 granos, teniendo un promedio de 268,6 granos; mientras que el peso de granos por mazorca entre las muestras cuenta con un peso promedio de 121,7 gr.

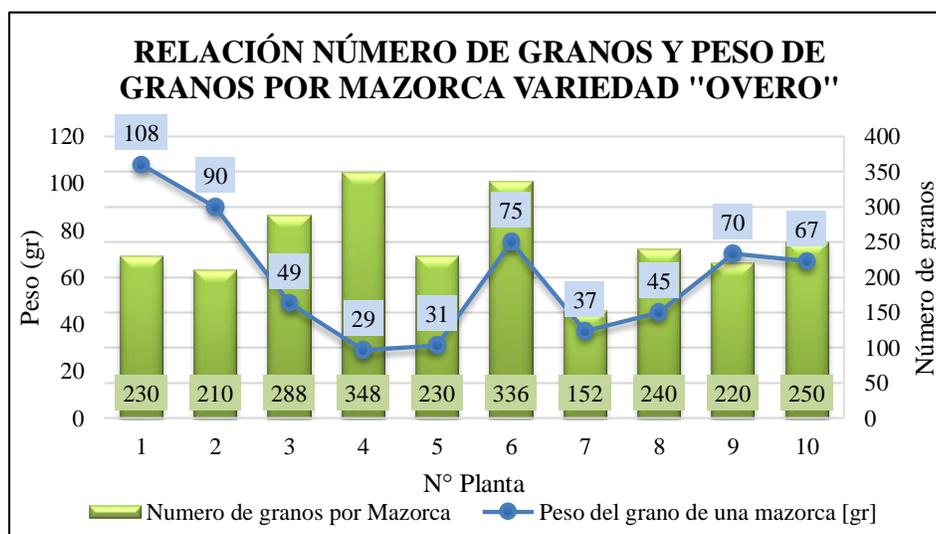
Según Molina (2020), la mazorca de la variedad Pisankalla cuenta con un peso promedio de 198 gr, un número de 10 hileras por mazorca y 30 granos por hilera, llegando a tener una cantidad de 300 granos por mazorca. Se puede observar que la misma variedad cuenta con una diferencia de 76,3 gr y de 31 granos por mazorca.

Cuadro 19. Relación número de granos y peso de granos por mazorca variedad "OVERO"

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Med.
Número de hileras de granos	10	10	12	12	10	12	8	12	10	10	10,6
Numero de granos por hileras	23	21	24	29	23	28	19	20	22	25	23,4
Peso del grano de una mazorca [gr]	108	90	49	29	31	75	37	45	70	67	60,1
Número de granos por Mazorca	230	210	288	348	230	336	152	240	220	250	250,4

El número de hileras por mazorca tiene como mayor frecuencia repetitiva 10 hileras, teniendo un rango de diferencia entre las 10 mazorcas estudiadas de 4 hileras, el número de granos por hileras está influenciado entre el número de óvulos por hilera obteniendo mayor repetición 23 granos, teniendo un rango una diferencia de los mismos, 9 granos, el número total de granos está determinado por el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera.

Gráfica 15. Relación número de granos y peso de granos por mazorca variedad "OVERO"



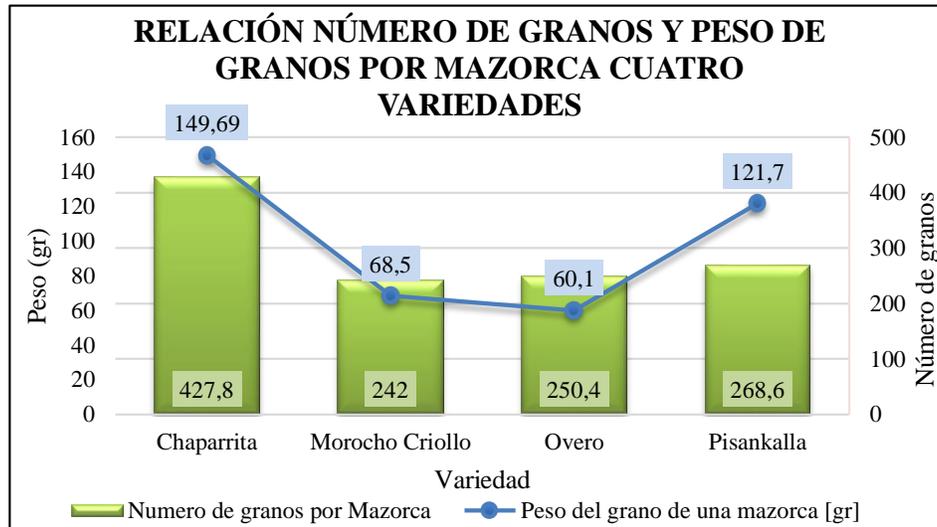
La variedad Overo cuenta con un número de granos por mazorca entre 348 y 152 granos, teniendo un promedio de 119,2 granos; mientras que el peso de granos por mazorca entre las muestras cuenta con un peso promedio de 60,1 gr.

Cuadro 20. Relación número de granos y peso de granos por mazorca de las “CUATRO VARIEDADES”

Variable	Chaparrita	Morocho Criollo	Overo	Pisankalla
Número de hileras de granos	17,6	11	10,6	9,4
Número de granos por hileras	24,3	22,2	23,4	28,8
Peso del grano de una mazorca [gr]	149,69	68,5	60,1	121,7
Número de granos por Mazorca	427,8	242	250,4	268,6

El número de hileras está relacionada con la longitud y diámetro de la mazorca, teniendo a la variedad Chaparrita 17,6 hileras, siendo la variedad Pisankalla que cuenta con 9,4 hileras la de menor número por hileras; el número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hilera, la variedad Pisankalla cuenta con 28,8 granos por hileras y la variedad Morocho criollo con 22,22 siendo este , menor número de granos por hileras; para determinar un número total de granos por el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera.

Gráfica 16. Relación número de granos y peso de granos por mazorca de las “CUATRO VARIEDADES”



La variedad que mostró el mayor número de granos fue la Chaparrita con un promedio de 427,8 granos, mientras que el peso de granos de una mazorca un promedio de 149,69 gr. Molina (2020), evaluó la misma variedad presentando un peso promedio de 81 gr y una cantidad de 378 granos por mazorca; seguidamente se tienen las variedades Pisankalla y Overo las cuales presentaron un promedio de número de granos de 268,8 granos y 250,4 granos; con un peso de granos de 121,7 gr y 60,1 gr; según Molina (2020), la variedad Pisankalla cuenta con un peso promedio de 198 gr, y un número de 300 granos por mazorca; finalmente con un promedio de 242 granos encontramos la variedad Morocho criollo y un peso de 68,5 gr. Ocampo (2021), menciona que esta variedad cuenta con un peso promedio de 43 gr, y puede llegar a tener una cantidad de 192 granos por mazorca.

4.5. DESCRIPCIÓN DE PLANTA Y MAZORCA POR VARIEDAD

VARIEDAD CHAPARRITA



CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA		CARACTERÍSTICAS DE LA MAZORCA	
Días de la antesis (Floración Masculina)	69	Disposición de hileras de granos	Regular
Días de la emisión de estigmas (Floración Femenina)	75	Longitud del pedúnculo de la mazorca [cm]	12,47
Índice de Macollamiento	0	Longitud de la mazorca [cm]	13,11
Color del tallo	Verde	Diámetro de la mazorca [cm]	5,49
Pubescencia foliar	Intermedia	Diámetro del olote [cm]	2,5
Nº total de hojas por planta	14	Diámetro del raquis [mm]	15,74
Longitud de la hoja (cm)	91,44	Cobertura de la mazorca	Buena
Ancho de la hoja (cm)	9,48	Número de brácteas	13
Nº de Nervaduras	34	Número de hileras de granos	18
Orientación de las hojas	Colgante	Número de granos por hileras	24
Presencia de la Lígula foliar	(+) Presente	Peso del grano de una mazorca [gr]	121,7
Índice de prolificidad	2	Peso de la mazorca [gr]	168
Altura de la mazorca (cm)	168,84	Color del olote	Blanco
Altura de la planta (cm)	268,7	Forma de la mazorca más alta	Cónica
Tipo de espiga	Primaria-secundaria	CARACTERÍSTICAS DE LA GRANO	
Nº de hojas arriba de la mazorca	6	Tipo de grano	Harinoso
Longitud de la panoja (cm)	38,72	Forma de la superficie del grano	Dentado
Long. pedúnculo de la panoja(cm)	24,35	Peso de 100 granos [gr]	28,4
Long. parte ramificada de la panoja (cm)	17,55	Longitud del grano [mm]	133,2
Nº de ramificaciones primarias	24	Ancho del grano [mm]	79,4
Nº de ramificaciones secundarias	8	Grosor del grano [mm]	44,3
		Color de grano	Amarillo

VARIEDAD MOROCHO CRIOLLO



CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA		CARACTERÍSTICAS DE LA MAZORCA	
Días de la antesis (Floración Masculina)	71	Disposición de hileras de granos	Regular
Días de la emisión de estigmas (Floración Femenina)	76	Longitud del pedúnculo de la mazorca [cm]	11,34
Índice de Macollamiento	0	Longitud de la mazorca [cm]	10,44
Color del tallo	Verde	Diámetro de la mazorca [cm]	4,08
Pubescencia foliar	Intermedia	Diámetro del olote [cm]	1,88
Nº total de hojas por planta	15	Diámetro del raquis [mm]	10,453
Longitud de la hoja (cm)	74,3	Cobertura de la mazorca	Buena
Ancho de la hoja (cm)	10	Número de brácteas	10
Nº de Nervaduras	34	Número de hileras de granos	11
Orientación de las hojas	Colgante	Número de granos por hileras	22
Presencia de la Lígula foliar	(+) Presente	Peso del grano de una mazorca [gr]	69,8
Índice de prolificidad	3	Peso de la mazorca [gr]	76,2
Altura de la mazorca (cm)	167,68	Color del olote	Café rojizo
Altura de la planta (cm)	273,83	Forma de la mazorca más alta	Cilíndrica
Tipo de espiga	Primaria-secundaria	CARACTERÍSTICAS DE LA GRANO	
Nº de hojas arriba de la mazorca	7	Tipo de grano	Semi-harinoso
Longitud de la panoja (cm)	37,07	Forma de la superficie del grano	Redondeado
Long. pedúnculo de la panoja(cm)	21,58	Peso de 100 granos [gr]	33,6
Long. parte ramificada de la panoja (cm)	16,37	Longitud del grano [mm]	12,3
Nº de ramificaciones primarias	18	Ancho del grano [mm]	11,47
Nº de ramificaciones secundarias	9	Grosor del grano [mm]	5,41
		Color de grano	Naranja

VARIEDAD OVERO



CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA	
Días de la antesis (Floración Masculina)	76
Días de la emisión de estigmas (Floración Femenina)	80
Índice de Macollamiento	0
Color del tallo	Verde
Pubescencia foliar	Intermedia
Nº total de hojas por planta	14
Longitud de la hoja (cm)	94,4
Ancho de la hoja (cm)	10,96
Nº de Nervaduras	32
Orientación de las hojas	Colgante
Presencia de la Lígula foliar	(+) Presente
Índice de prolificidad	3
Altura de la mazorca (cm)	169,5
Altura de la planta (cm)	273
Tipo de espiga	Primaria-secundaria
Nº de hojas arriba de la mazorca	7
Longitud de la panoja (cm)	33,54
Long. pedúnculo de la panoja(cm)	17,71
Long. parte ramificada de la panoja (cm)	16,97
Nº de ramificaciones primarias	10
Nº de ramificaciones secundarias	1

CARACTERÍSTICAS DE LA MAZORCA	
Disposición de hileras de granos	Regular
Longitud del pedúnculo de la mazorca [cm]	13,35
Longitud de la mazorca [cm]	12,26
Diámetro de la mazorca [cm]	4,18
Diámetro del olote [cm]	1,85
Diámetro del raquis [mm]	9,90
Cobertura de la mazorca	Buena
Número de brácteas	11
Número de hileras de granos	11
Número de granos por hileras	23
Peso del grano de una mazorca [gr]	60,6
Peso de la mazorca [gr]	67,5
Color del olote	Jaspeado rojizo
Forma de la mazorca más alta	Cilíndrica
CARACTERÍSTICAS DE LA GRANO	
Tipo de grano	Semi-harinoso
Forma de la superficie del grano	Plano
Peso de 100 granos [gr]	37,1
Longitud del grano [mm]	15,16
Ancho del grano [mm]	13,26
Grosor del grano [mm]	6,24
Color de grano	Jaspeado rojizo

VARIEDAD PISANKALLA



CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA		CARACTERÍSTICAS DE LA MAZORCA	
Días de la antesis (Floración Masculina)	76	Disposición de hileras de granos	Recta
Días de la emisión de estigmas (Floración Femenina)	81	Longitud del pedúnculo de la mazorca [cm]	13,66
Índice de Macollamiento	0	Longitud de la mazorca [cm]	14,93
Color del tallo	Verde	Diámetro de la mazorca [cm]	4,52
Pubescencia foliar	Densa	Diámetro del olote [cm]	2,19
Nº total de hojas por planta	14	Diámetro del raquis [mm]	11,42
Longitud de la hoja (cm)	92,5	Cobertura de la mazorca	Buena
Ancho de la hoja (cm)	9,66	Número de brácteas	13
Nº de Nervaduras	32	Número de hileras de granos	8
Orientación de las hojas	Colgante	Número de granos por hileras	29
Presencia de la Lígula foliar	(+) Presente	Peso del grano de una mazorca [gr]	121,7
Índice de prolificidad	1	Peso de la mazorca [gr]	137,8
Altura de la mazorca (cm)	192,96	Color del olote	Blanco
Altura de la planta (cm)	320,91	Forma de la mazorca más alta	Cilindro-cónica
Tipo de espiga	Primaria-secundaria	CARACTERÍSTICAS DE LA GRANO	
Nº de hojas arriba de la mazorca	6	Tipo de grano	Vítreo
Longitud de la panoja (cm)	42,95	Forma de la superficie del grano	Redondeado
Long. pedúnculo de la panoja(cm)	26,57	Peso de 100 granos [gr]	52
Long. parte ramificada de la panoja (cm)	12,6	Longitud del grano [mm]	11,94
Nº de ramificaciones primarias	14	Ancho del grano [mm]	12,17
Nº de ramificaciones secundarias	2	Grosor del grano [mm]	5,36
		Color de grano	Blanco cremoso

4.6. CONTROL INTERNO, CALIDAD DE LA SEMILLA

El control interno de semilla cosechada de las cuatro variedades criollas caracterizadas, se realizó con la finalidad de establecer, calidad de las mismas.

Cuadro 21. Control interno de calidad de la semilla

VARIEDADES	PUREZA FÍSICA	HUMEDAD	GERMINACIÓN
Chaparrita	100 %	10,5 %	91 %
Morocho Criollo	100 %	11,9 %	93 %
Overo	100 %	11,3 %	92 %
Pisankalla	100 %	12,1 %	97 %

Según la FAO (1993), la humedad de la semilla no tiene que superar el 15% para su almacenamiento ya que si supera este límite es un medio ideal para el crecimiento de hongos. Se puede observar que los valores de humedad de la semilla de las cuatro variedades utilizadas, no superaron el nivel máximo permitido, por lo tanto son aptas para su almacenamiento.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se llevó acabo 95 autopolinizaciones para el inicio de la purificación de las cuatro variedades criollas de maíz.
- Se ha realizado la caracterización morfológica de cuatro variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.), semilla procedente de Cañahuayco realizado en el Centro Experimental de Chocloca.
- Se registraron 12 variables cualitativas y 30 variables cuantitativas de cada una de las cuatro variedades criollas caracterizadas.
- Se ha identificado que las variedades Chaparrita y Morocho Criollo son las más precoces de acuerdo a la clasificación FAO para el índice de precocidad, las mismas se encuentran en el ciclo FAO 700 (131-140 días); las variedades Overo y Pisankalla son de ciclos más largos con respecto a las anteriores, de acuerdo a la clasificación FAO para el índice de precocidad, las mismas se encuentran en el ciclo FAO 800 (141-150 días).
- En la altura de plantas y la altura de la inserción de la mazorca la variedad Pisankalla, se posiciona como la más alta cuenta con una altura promedio de 320,91 cm; mientras que la altura de inserción de la mazorca más alta de la misma cuenta con una altura promedio de 192,96 cm, la variedad con menor altura es la Chaparrita, con una altura de planta de 268,7 cm y altura de mazorca más alta de 168, 84 cm; en todos los casos las mazorca se encuentra ubicada en la parte media superior de planta.
- En el índice de prolificidad las variedades con un mayor número de mazorcas por plantas son a las variedades Morocho criollo y Overo con 3 mazorcas en cada planta, seguidas de la variedad Chaparrita con un número de 2 mazorcas por planta y finalmente a la variedad Pisankalla con una mazorca por planta.
- La variedad Chaparrita presenta mayor número de granos siendo su promedio de 427,8 granos; teniendo un peso de granos por mazorca 149,69 gr, las siguientes

son las variedad Pisankalla y Overo que cuentan con un número de granos promedio entre los 268,8 granos y 250,4 granos; con un peso de granos por mazorca de 121,7 gr y 60,1 gr; finalmente la variedad con menor número de granos es el Morocho Criollo, con un número de granos de 242 granos y un peso de 68,5 gr.

- De acuerdo al Control interno de calidad de la semilla realizado para las cuatro variedades criollas, las mismas se encuentran aptas para su almacenamiento y uso para posteriores investigaciones.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una segunda autopolinización de las cuatro variedades estudias, esto con la finalidad de poder obtener un mayor porcentaje de pureza genética de las mismas.
- Se recomienda realizar el incremento de semilla de las cuatro variedades criollas de maíz, de esta manera garantiza la conservación de los recursos genéticos, los cuales que son valorables tanto para el consumo humano, investigación y la diversidad genética.
- Se recomienda que para futuras investigaciones con las variedades Morocho criollo y Overo no se realicen en condiciones de régimen de lluvias presentadas durante el presente ensayo, esto con la finalidad de evitar alto porcentaje de humedad.
- Se recomienda realizar la inscripción varietal, de las cuatro variedades criollas de maíz, porque las mismas actualmente no se encuentran dentro del registro nacional de variedades.
- En el caso de llevar a cabo una segunda autopolinización de las cuatro variedades conjuntas, se recomienda sembrarlas con un margen de tiempo adecuado, esto con la finalidad de que no se sincronice entre las mismas las autopolinizaciones.