

INTRODUCCIÓN

El maíz, es uno de los cultivos de mayor relevancia, tanto para la alimentación de la población boliviana como para la economía de diversos sectores de la denominada economía plural. Manteniendo sus principios de organización, asegurando la alimentación para todos. (CIPCA, 2012).

El maíz, en particular, tiene un protagonismo muy alto en la seguridad alimentaria, por su efecto directo, en el alza del precio de la carne de pollo, leche, huevos y otros alimentos; además, este cereal es el alimento básico de muchas comunidades campesinas e indígenas, que lo consumen todos los días en una infinidad de platillos y bebidas. Si bien ahora tiene una mayor valoración, desde tiempos ancestrales ocupa un lugar privilegiado por sus excelentes cualidades nutritivas, diversidad de usos y amplia adaptación a diferentes ecosistemas de Bolivia. (CIPCA, 2012).

Por esto, no es raro que este valioso cereal forme parte de la historia de los pueblos, en especial de los valles occidentales, chaco y tierras bajas del país. El maíz es la inspiración de canciones, leyendas, poesías y otras expresiones artísticas; resalta también su presencia en novelas que evocan los tiempos del feudalismo o de la colonización, donde los campesinos lo tenían como su principal cultivo, elemento de cambio, de fiestas, rituales y, por supuesto, de su alimentación. (CIPCA, 2012).

Y juega un rol importante en la alimentación por sus derivados que se elaboran en los deliciosos choclos que sirven de complemento de una infinidad de platos, al igual que los mote; también tenemos las humintas, tamales, sopas, biscochos y otros productos preparados con el grano molido. En este listado pueden faltar las bebidas calientes o frías como el api, somó, tujuré, chicha morada, chicha camba; el listado de productos que la población boliviana disfruta día a día es interminable. (CIPCA, 2012).

Si bien las poblaciones indígenas de occidente y de oriente del país, venían cultivando una diversidad de maíces desde antes de la Colonia, como muestra la Abundante bibliografía al respecto, sólo en las últimas dos décadas este cultivo ha

concentrado la atención e interés de la agroindustria, pero concentrado en una sola variedad y orientado a la producción pecuaria y la exportación. (CIPCA, 2012).

Sin embargo, productores campesinos indígenas, como los de las regiones de Valle y Chaco boliviano. Continúan produciendo y procesando una diversidad de Maíces tanto para el consumo humano y diversos usos culturales, como para el mercado Local y nacional, incluso internacional. (CIPCA, 2012).

Las zonas de producción maicera, para el (MACIA, 2003) mencionaba lo siguiente: Con excepción del departamento de Oruro, la producción de maíz en Bolivia se encuentra distribuida en todos los otros departamentos. Sin embargo, existe una importante concentración de la producción en las zonas de valle y trópicos de los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija.

Al respecto Ávila, (2008). señala que “En Bolivia se destina aproximadamente unas 200 mil toneladas de maíz para el consumo humano directo, de las cuales 140 mil toneladas son producidas en la zona andina y 60 mil en las zonas bajas del país”, esto con respecto a los maíces diferentes al Hualtaco y Amarillo Duro.

Las zonas de producción de maíz en los valles de Bolivia: Cuya producción está mayormente destinada al consumo humano, ya sea en forma de maíz, choclo u otros tipos. Sin embargo, por su concentración se destaca la zona del valle Alto, Central y Bajo del Departamento de Cochabamba, los valles de Chuquisaca y el Valle Central de Tarija. Los tipos de maíz que mayormente se producen en estas zonas son el harinoso y morocho de colores variados con predominancia del blanco, amarillo y anaranjado.

En cuanto a la superficie cultivada de maíz en Bolivia, se encuentra difundido en todo el país, se siembra una superficie aproximadamente de 285.000 has, con una producción de 570.000 TM, y un rendimiento de 2.000 kg./ha. (PROMASOR, 2002).

En el departamento de Tarija. Se cultiva en tres zonas, zona del valle central, región sub andina (provincia O'Connor) y la región del chaco. La superficie cultivada en el

departamento es de 35.175 ha, con una producción de 53.425 TM y un rendimiento promedio de 1.580 Kg/ha (INE, 2004).

El maíz ha servido de modelo vivo para ensayar teorías y llevar a cabo trabajos de índole genético que luego fueron aplicado a otros rubros.

Salinas, (1997), afirma que los métodos de selección utilizados por los Fitomejoradores en Bolivia, son selección masal y selección familiar, en los valles mesotérmicos y la hibridación en el trópico.

El maíz de textura amilácea o harinoso (*zea mays*,) se destina a la alimentación humana, se consume en forma directa desde seco grano, mote, harina, o en su estado fresco (choclo), consumiéndose la variedad Pisan Calla como en el tradicional tojorí, otro tipo de maíces de textura dura y grano amarillo, blancos duros son transformados en la industria para luego ser consumidos por los animales como fuente de energía. (IBTA, 1997).

Probablemente el maíz aporta más productos industriales que cualquier otro grano. El elevado contenido de carbohidratos, hacen que sean particulares adecuados para usos industriales como ser: aceites, almidón y alcohol, también para la fabricación de plásticos, jabón glicerina, productos farmacéuticos, productos medicinales, etc.

Por estos motivos se deben fomentar investigaciones dirigidas al rescate genético con valor diferenciado para las industrias químicas, farmacéuticas, cosméticos y otros.

1.1. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo de investigación son los siguientes:

1.1.1. Objetivo general

- Recuperar el potencial genético de la variedad, y calidad alimenticia de la misma, a través de la selección masal.

1.1.2. Objetivos específicos

- Establecer 2 poblaciones genéticas, de la variedad Pisan Calla, mediante Autofecundación y Polinización Cruzada.

- Evaluar características fenotípicas agronómicas y valor nutritivo (% proteína), de la población inicial de la variedad Pisan Calla.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Historia y Origen del Maíz

Según la información obtenida se describe, que el maíz se ubica en el Municipio de Coxcatlán, en el Valle de Tehuacán, Estado de Puebla, en el centro de México. Este valle se caracteriza por la sequedad de su clima, con un promedio anual de lluvia muy reducido; alberga principalmente especies vegetales y animales propias de tierra caliente y seca. La región cuenta con numerosos endemismos, lo que la convierte un territorio único". El antropólogo estadounidense Richard Stockton MacNeish, encontró restos arqueológicos de plantas de maíz, que se estima datan de hace, aproximadamente, ocho milenios. Indicios de los procesos que llevaron al pueblo nativo de este valle a dominar el cultivo de este cereal, han sido encontrados en la cueva de Coxcatlán, Ajalpan y otros sitios de la zona. (CODEXVIRTUAL, 2012).

Siendo que los investigadores creen que este cereal se desarrolló a partir del teosintle, *Euchlaena mexicana* Schrod, planta anual que posiblemente sea el más cercano al maíz. La tesis de la proximidad entre el teosintle y el maíz se basa en que ambos tienen 10 cromosomas y son homólogos o parcialmente homólogos. En los años 80, Iltis propone una teoría en la cual establece que el teosintle se convirtió en maíz en un solo paso evolutivo. (CODEXVIRTUAL, 2012).

El maíz se Constituye en uno de las plantas cultivadas más antiguas, como ya se mencionó sobre la historia y el origen, es la que ya no sobrevive en forma silvestre y solo se produce bajo cultivo. Durante este tiempo los indígenas habían logrado resultados sobresalientes obteniendo variedades amiláceas, dulces, reventadores, duros y dentados. (JUGENHEIMER, 1985).

El maíz está clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea maíz*, L. y tiene dos parientes cercanos que son el Teosintle y el *Tripsacum*. Ambos con crecimiento en estado silvestre en las regiones de México especialmente, Estados Unidos y Américas Central y Sur. (EVANS, 1983).

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. Ávila defiende esta teoría con la siguiente afirmación: “todos estos estudios han inclinado la balanza a favor de que el maíz fue domesticado en México y luego transportado a América del Sur muy temprano, de hecho, en períodos pre cerámicos (AVILA, 2008).

En Bolivia. El maíz se cultiva desde hace mucho tiempo constituyéndose en un alimento importante en el campo y ciudad. Es una de las primeras fuentes de ingreso económico para la mayor parte de las familias campesinas de la zona del altiplano y de los valles del país (SEBALLOS, 2003)

2.2. Características Botánicas

El maíz es una especie vegetal con habito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio, según las variedades algunas precoces con alrededor de 80 días, medias, semi tardías, y las tardías, con alrededor de 200 días desde la siembra hasta la cosecha. En general las variedades de mayor rendimiento son las de los 100 a 140 días; y no así las menores de 100 días y mayores de 140 días. (ROBLES, 1975).

Tiene un tallo tipo caña y cilindro, el número de nudos varía de 8 a 25 con un promedio de 16 nudos.

La hoja, tiene una vaina de forma cilíndrica, a su alrededor del entrenudo, pero con extremos desunidos. Su color usual es verde, pero se puede encontrar hojas rayadas de blanco y verdes o verdes purpuras, el número de hojas varia de 8 a 25. La hoja tiene un nervio central bien desarrollado y bien promisorio al reverso de la hoja y cóncavo en el lado superior.

La planta de maíz tiene un sistema radicular, con una raíz seminal o principal, que está representada por un grupo de unas cuatro raíces, que pronto dejaran de funcionar se originan en el embrión, suministra nutrientes a la semilla en las dos primeras semanas.

Raíces adventicias, el sistema radicular de la planta es así totalmente adventicio. Raíces de sostén o soporte, este tipo de raíces se originan en los nudos cerca del suelo, favorecen una mayor estabilidad y disminuyen los problemas de acame.

La planta de maíz es monoica, es decir, tiene flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta. Las flores estaminadas o masculinas, están representadas por la espiga. Las flores pistiladas o femeninas, son las que van a dar lugar a la formación de las mazorcas.

El fruto, según Robles, (1975), es una cariósipide conocido comúnmente como semilla grano que dependiendo de la variedad estos tienen diferente color, forma, tamaño. Etc. Entre las formas de grano más comunes se tiene los granos dentados, sedimentados, aperlados, etc. Entre los colores más comunes son: amarillos, blancos, morados, cristalinos, etc.

2.2.1. Clasificación Botánica

De acuerdo con (ROBLES, 1975) la planta de maíz corresponde a la siguiente clasificación botánica.

CUADRO 1:
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

REINO	Vegetal
PHYLLUM	Telemophytae
DIVISIÓN	Traqueophytae
SUBDIVISIÓN	Angiosperma
CLASE	Monocotiledóneas
ORDEN	Glumiflorales
FAMILIA	Gramíneas
SUB FAMILIA	Panicoideas
TRIBU	Maideas
GENERO	Zea
ESPECIE	Mays

2.3. Condiciones Ecológicas y Edafológicas del Cultivo

El maíz, por ser un cultivo de crecimiento rápido, necesita de suelos profundos y fértiles para producir una buena cosecha, siendo así el suelo de textura franco es el

ideal para el maíz. Esto permitirá un buen desarrollo del sistema radicular y una buena absorción de nutrientes.

Exige un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas, la mayoría de las variedades del maíz se cultivan en regiones de temporal, del clima caliente y de clima subtropical húmedo, pero no se adaptan a regiones semiáridas.

El granizo y las heladas afectan considerablemente al cultivo.

Para una buena producción de maíz la temperatura debe oscilar entre 20 y 30 °C, la óptima depende del estado de desarrollo dichas temperaturas son:

CUADRO 2:
TEMPERATURAS QUE REQUIERE EL MAÍZ

Estado	Mínima	Optima	Máxima
Germinación	10 °C	20 – 25 °C	40 °C
Crec. Vegetativo	15 °C	15 – 30 °C	40 °C
Floración	20 °C	21 – 30 °C	30 °C

Fuente: (HERBAS, 1997).

El maíz germina sin problemas en la oscuridad, pero para su crecimiento requiere pleno sol. En cuanto a la floración el maíz es una planta de días cortos, su floración se retarda durante los días largos del año.

Al respecto WALLACE, BRESSMAN, citados por Robles, (1975), señala que a una temperatura de 15,5 a 18,5 °C usualmente el maíz emerge en un término de 8 – 10 días, mientras que de 10 – 12,8 °C emerge de 18 – 20 días. Si el suelo tiene buena humedad y una buena temperatura de 21 °C la emergencia se da de 5 -6 días.

La condición ideal de humedad de suelo para el desarrollo del maíz, es el estado de capacidad de campo. La cantidad de agua durante el estado de crecimiento no debe ser menor de 300 mn, la cantidad óptima de lluvia es de 550 mn, la máxima de 850 mn, las variedades precoces necesitan menos agua que las tardías. (LLANOS COMPANY, 1984).

Se obtiene una mejor producción cuando la salinidad y acidez del suelo están balanceadas; el PH óptimo se encuentra entre 6 – 7.

2.4. Prácticas del Cultivo y Explotación

2.4.1. Siembra

La siembra del maíz se la realiza con maquinaria o manualmente utilizando azada, punzón o con yuntas de bueyes que es lo que más utiliza en las zonas maiceras del país. A continuación, explicaremos las características de cada uno de los 2 sistemas de siembra.

2.4.1.1. Siembra manual

Este tipo de siembra se realiza generalmente en chaqueado con el uso de un punzón o sembradora manual en Santa Cruz, en el chaco se hace con bueyes y con azadas; en cualquier caso, su utiliza 20 – 25 Kg de semilla por ha con distancia de 80 cm entre surcos y 50 cm. Entre plantas. (CIAT, 1989)

Si la semilla es de buena calidad esta densidad esta calculadora para una población aproximada de 50.000 plantas / ha. (CIAT, 1989).

2.4.1.2. Siembra mecanizada

Antes de la siembra se recomienda regular la sembradora a una distancia de 80 cm. Entre surcos y se debe realizar una siembra uniforme para garantizar la existencia de 4 – 5 plantas por metro lineal con la cual se obtiene entre 44000 y 55000 plantas / ha. Según recomendaciones del (IBTA, 1997), indican la utilización de 25 y 35 Kg. / ha de semilla y que las variedades más importantes para los valles de Bolivia son: pol 12 Rocamex, UMSS V-107, Compuesto 10 y otros híbridos.

2.4.2. Épocas

Las condiciones imperantes de clima y suelo serán las que definan las épocas de siembra pues estos incluyen directamente sobre la generación de la semilla.

En general la mejor época para la siembra, en climas con estaciones definidas es el comienzo de las lluvias. (ALDRICH, 1974).

2.4.3. Valor nutritivo

El maíz desde un punto de vista nutricional, es superior a muchos otros cereales: Siendo más rico en grasa, hierro y contenido de fibra, pero su aspecto nutricional más pobre son las proteínas, indicándonos en el siguiente cuadro:

CUADRO 3:
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL MAÍZ

Contenido	maíz, harina molida
agua %	12
calorías	362
proteínas gr	5
carbohidratos gr	3,4
almidón, fibra gr	76,5
cenizas gr	1
calcio mg	7
hierro mg	1,8
fosforo mg	178
tianina mg	0,3
rivoflavina mg	0,08
niacina mg	1,9

Fuente (HERBAS, 1997).

2.5. Fisiología del cultivo

La planta del maíz, es uno de los mecanismos más maravillosos que posee la naturaleza, para almacenar energía. De una semilla que pesa un poco de 0.3 gramos, en un periodo de unas nueve semanas, nace una planta y alcanza entre dos y tres metros de altura. En los dos meses siguientes esta planta produce entre 600 y 1000 semillas similares a la original.

¿Cómo realiza la planta de maíz este trabajo? Primero, creando una gran fábrica eficiente de energía: la planta con sus raíces, hojas, tallos, y partes florales: luego, almacenando grandes cantidades de energía en un producto concentrado: que es el grano de maíz. (ALDRICHS, 1974).

El conocimiento de la morfología y fisiología del maíz nos permite explicar el porqué es necesario suministrar practicas agronómicas eficientes, con la finalidad de lograr una expresión satisfactoria del potencial productivo de los materiales que sembramos.

Se remarca seis etapas de desarrollo por los cuales pasa el cultivo del maíz, estas son:

- Germinación Afianzamiento
- Desarrollo vegetativo
- Iniciación de la panoja y espiga
- Floración (liberación del polen y emergencia de los estilos)
- Desarrollo y maduración del grano
- Maduración y secado

2.6. Variedad

Es cada grupo en que se dividen algunas especies, y que se distinguen entre sí por ciertos caracteres muy secundarios, aunque permanentes.

2.6.1. Variedad Agrícola

La variedad agrícola, es un grupo de plantas similares, que debido a sus caracteres estructurales y comportamiento, se pueden diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie. (CUBERO, 2003).

2.7. Variedades de Importancia en nuestro medio

2.7.1. IBTA Erquis 1

Caracteres morfológicos: tiene granos de color amarillo tendientes a blanco, son de tamaño pequeño a mediano a textura amilácea. La mazorca tiene una longitud de 16 cm.

Caracteres Agronómicos: se cultiva en los valles de Tarija y de Chuquisaca, Cochabamba y Potosí (zonas con riego), el ciclo vegetativo es precoz, alcanzando su madurez fisiológica a los 115 días. La altura de la planta es de 180-210 cm. Y su consumo es mayormente en forma de choclo.

2.7.2. IBTA Erquis 2

Caracteres morfológicos: Los granos son de color blanco y su tamaño mediano, textura amilácea-semivitreo, con una longitud de mazorca de 16-20 cm.

Caracteres Agronómicos: se cultiva favorablemente en los valles mesodérmicos de Tarija, Chuquisaca (zona a riego para choclo y a secano para grano), es de ciclo vegetativo semiprecoz. Alcanzando su madurez fisiológica a los 130 días la altura de la planta es de 200-240 cm. Consumiendo en forma de choclo y grano.

2.7.3. IBTA Zudañez-1

Caracteres Morfológicos: color de grano amarillo, con una textura amilácea, de tamaño mediano, con una longitud de mazorca de 15-18 cm.

Caracteres agronómicos: se cultiva en valles templados con altitudes de 2000-2800 m.s.n.m. en los valles de Chuquisaca y Tarija, es de ciclo vegetativo precoz, alcanzando su madurez fisiológica a los 115 días con una altura de 190-220 cm. Se consume en grano (mote, harinas y elaboración de chichas).

2.7.4. IBTA Algarrobal-101

Caracteres morfológicos: poseen granos de color amarillo-naranja, tamaño mediano, de textura semidura, con una longitud de mazorca de 20-25 cm. Y de buena cobertura.

Caracteres Agronómicos: se cultiva en la región chaqueña, es de ciclo vegetativo semiprecoz, alcanzando su madurez fisiológica a los 120 días su altura varía de 200-240. Es una variedad destinada a la elaboración de alimentos balanceados.

2.7.5. IBTA-Algarrobal-107

Caracteres morfológicos: tiene granos de color blanco de tamaño pequeño y textura vítrea aperlada. La mazorca tiene una longitud de 19-23 cm. buena cobertura de mazorca de 12 a 14 hileras.

Caracteres Agronómicos: tiene un ciclo vegetativo semiprecoz cuya madurez fisiológica alcanza a los 115 días, con una altura de 200-230 cm. Se los consume

como grano para la alimentación humana (frangollo y somó), siendo su cultivo apto para la zona del chaco tarijeño, chuquisaqueño, y zonas sub tropicales.

2.7.6. IBTA –Algarrobal 108

Caracteres Morfológicos: los granos de esta variedad son de color amarillo capa blanca y de tamaño grande, de textura dentada semiharinosa, con una longitud de mazorca de 20-25 cm., con muy buena cobertura de mazorca de 14-16 hileras.

Caracteres Agronómicos: tiene un ciclo vegetativo semitardío, alcanza la madures en choclo a los 100 días y madures fisiológica a los 130 días presenta una altura de 220-250cm.

El consumo recomendado es en choclo, y harinas su cultivo es apto para las zonas de los tres chacos.

2.8. Clasificación del grano del maíz según su estructura

El maíz puede dividirse en varios tipos (razas o grupos), en función de calidad, cantidad y patrón de composición del endospermo. Estos son:

2.8.1. Maíz dentado (zea mays indentada)

Tiene una cantidad variable de endospermo coreo (duro) y harinoso (suave). Se caracteriza por una depresión o diente en la corona del grano, que se origina por la contracción del grano a medida que este se va secándose.

2.8.2. Maíz cristalino (Zea mays indurata)

Tiene un endospermo duro y granos de almidón compacto. Generalmente es liso y redondo. En otros países es conocido como Flint, este maíz se utiliza tanto en la alimentación como materia prima para la obtención de alcohol y almidón.

2.8.3. Maíz harinoso (zea mays amiláceo)

Se caracteriza por un endospermo harinoso y blando, sin endospermo cristalino. Presentando varios colores. Este tipo de maíz se cultiva en pequeña escala.

2.8.4. Maíz dulce (*Zea mays saccharata*)

Su endospermo tiene en alrededor de 11% de azúcar. Al secarse toma un aspecto arrugado. Es adecuado para el consumo humano, principalmente en estado lechoso-masoso, y como vegetal enlatado.

2.8.5. Maíz palomero (*Zea mays everta*)

Se caracteriza por un endospermo cristalino muy duro, sus granos son redondos (como perlas, o puntiagudos (como el arroz). Se emplea para el consumo humano en la forma de roseta (palomitas).

2.8.6. Maíz tunicado (*Zea mays tunicata*)

Se caracteriza porque cada grano está encerrado en una vaina o túnica. Se usa como ornamento o como fuente de germoplasma en los programas de fitomejoramiento.

2.9. Mejoramiento Genético de las Especies Cultivadas

Aunque en realidad, no sabemos cuándo empezó el hombre a ser el mejorador de plantas. Podemos estar seguros de que la naturaleza lo ha sido siempre. Las variedades heredables han ocurrido antes y después de los comienzos de los cultivos. (ALLARD, 1969).

(MARQUEZ, 1985) Al respecto afirma que el mejoramiento genético nace con la agricultura misma.

El aumento de la productividad agrícola siempre ha sido el fin principal de la mejora de plantas, como consecuencia de la creciente demanda de alimento de una población en constante crecimiento dentro de un mundo de superficie limitada, (ALLARD, 1969).

Al referirse a la metodología; (MARQUEZ, 1985) indica el mejoramiento genético, en cualquier de sus modalidades se basa en escoger dentro de una población, a los individuos que ofrezcan mejores expresiones de las características que interesan.

Para esto continúa dicho autor, es requerimiento indispensable que exista variabilidad entre los individuos, pero esta no tiene que ser solamente fenotípica, sino parte de ella tiene que ser genética.

2.10. Importancia de fitomejoramiento

2.10.1. La variación en el fitomejoramiento

No existen plantas idénticas, sino con gran similitud en un campo de maíz, por ejemplo, todos son similares, tamaño de nudos, color de hojas, tamaño de hojas, tamaño de mazorca, por eso se diferencian de los trigos. Pero analizando detalladamente hacia el interior del campo, si existen diferencias, esas diferencias son las que seleccionan con fines de fitomejoramiento.

Por estas y otras características se pueden diferenciar y reconocer una planta de maíz comparándola con una de soya o algodón. Pero si comparamos dos plantas de maíz, y se efectúan cuidadosas observaciones y mediciones cuantitativas de partes individualmente en muchos aspectos (POEHLMAN, 1980).

2.10.2. La genética cuantitativa, base del mejoramiento

Al describir la variación biológica de las poblaciones debe considerarse que la variación genética más la ambiental. Conforman la variación total, que en razón de ello ésta se divide en dicho componente. También debe considerarse que la variación puede ser discontinua o continua; En el primer caso es de carácter cualitativo y recibe el nombre de genético de poblaciones, propiamente dicha; en el segundo es de carácter cuantitativo y se denomina genética cuantitativa o biométrica. La primera clasifica esencialmente y la segunda mide, sirviendo ambas para estudiar el comportamiento genético de la población.

Falconer, (1986) considera que se ha desarrollado una rama de la genética que se ocupa de los caracteres métricos y ha sido llamado variablemente genética de poblaciones, genética biométrica o genética cuantitativa, y su importancia, difícilmente necesita subrayarse, pues la mayor parte de los caracteres económicos en cultivos de plantas crianza de animales, son caracteres métricos.

Rojas (1985), citado por Marquez, (1985), introduce el término de Genotécnia vegetal para englobar a un conjunto de métodos fitotécnicos para mejorar o crear poblaciones mejoradas, con base en los caracteres métricos de importancia económica, y que se fundamenta principalmente en la genética cuantitativa.

La principal diferencia que existe entre los caracteres cualitativos y cuantitativos, se basa en el número de genes que contribuye a la variabilidad fenotípica y el grado de modificación del fenotipo por factores ambientales.

2.10.3. Mejoramiento genético de las plantas alogamas

Desde el punto de vista del mejorador de plantas, las especies pueden dividirse en dos grupos según sean predominantemente autógamas y alogamas. Esta distinción tiene gran importancia porque los métodos aplicables a las especies autogamas son. En su mayor parte diferentes de los aplicables a las alogamas. La diferencia más importante entre estos dos grupos es debido a la influencia de la consanguinidad y de la exogamia en la estructura genética de las poblaciones. (ALLARD, 1969).

El grupo de las especies autógamas presentan una alta consanguinidad en la estructura genética de sus poblaciones. Las especies alógamas constituyen poblaciones altamente heterogéneas, por lo que es muy improbable que sean genéticamente iguales.

2.11. La selección en maíz

De las plantas cultivadas, el maíz es una de las que más atención ha recibido, por parte de los genetistas y mejoradores de plantas. Que han explotado toda la variabilidad genética presente, en las colecciones mundiales de esta planta.

(JUGENHEIMER, 1985), el mejoramiento del maíz comprende, la mejora sistemática del cultivo, controlando la ascendencia de la semilla. El fitomejorador distingue las diferencias importantes, del material disponible y selecciona e incrementa los tipos más deseables.

Los estudios de mejoramiento, por selección en plantas alógamas, se han hecho por varias razones obvias: su economía a nivel internacional, su determinación en el

ambiente socio económico, en los países de América Latina en general (MARQUEZ, 1985).

2.11.1. Características reproductivas del maíz

En cuanto a este aspecto importante, los autores nombran algunas:

El maíz es una planta de reproducción sexual, pues se reproduce por medio de la unión de un gameto masculino y un gameto femenino (ROBLES, 1975).

Es una planta monoica con flores unisexuales masculinas y femeninas en la misma planta, pero separadas.

Tiene un alto grado de cruzamiento natural, es decir con un porcentaje del 70 – 80 – 100 % de cruzamiento (POEHLMAN, 1980), dependiendo de:

- La variedad o línea de la especie
- Las condiciones del ciclo de crecimiento
- La velocidad y dirección del viento y
- La población de insectos

Como consecuencia de estas características nombradas en el maíz ocurre:

- Una recombinación genética
- Un alto grado de heterocigosis.

2.11.2. Ventajas del maíz para la investigación fitogenética

El maíz es bastante adecuado para la investigación genética. La planta es fácil de cultivar, ya que se adapta a un amplio rango de condiciones ambientales y posee un gran número de variaciones hereditarias diferentes. La endocria o el cruzamiento son simples y rápidos, pudiendo obtenerse cientos de granos en una mazorca a partir de una sola polinización, (JUGENHEIMER, 1985).

En el maíz se han hecho muchos estudios genéticos debido a que:

- Es una planta producida muy extensamente

- Las polinizaciones cruzadas o autopolinizaciones se pueden realizar con facilidad
- Se obtiene grandes cantidades de semilla de una sola planta
- Existen muchas características hereditarias de fácil observación
- El maíz contiene muchos caracteres recesivos que se manifiestan con la autofecundación, debido a que es una especie de polinización cruzada (POEHLMAN, 1980).

2.12. Polinización del maíz

La comparación de los métodos de mejoramiento, en el maíz depende. Del conocimiento de la forma de su polinización, y de los efectos de los métodos de polinización, sobre la comprobación genética de la planta. Las flores estimadas se producen en la espiga y las flores pistiladas en las mazorcas. La polinización se efectúa mediante la caída de un grano de polen maduro sobre los estigmas, cuando los granos de polen caen sobre los estilos, son atrapados por los pequeños pelos y por la superficie húmeda y pegajosa. El grano de polen germina rápidamente, produciendo un tubo polínico que crece descendentemente por el canal del estilo y penetra en las flores femeninas, lo fecunda y comienza a formarse el grano de maíz (POEHLMAN, 1980).

El derramamiento de polen, se inicia unos 3 días antes. De que los estigmas hayan emergido en la misma planta, y continua durante varios días, después de que los estigmas estén en condición o recesivos.

La polinización es una etapa sumamente expuesta a la vida de la planta de maíz, en ella los fracasos o problemas tienen importantes consecuencias sobre el rendimiento especialmente.

Finalmente, el hecho decisivo en esta etapa sería la gran necesidad de agua, nutrientes, tiempo caluroso y seco, son de gran importancia en esta fase. (ALDRICH, 1974).

2.12.1. Autopolinización y polinización cruzada en plantas cultivadas

Esencialmente se conocen dos tipos de polinización que se determina por la semejanza genética en las plantas. Se conoce como autopolinización. Si las anteras y estigmas llevan la misma constitución genética, es decir contienen cromosomas que llevan genes idénticos y, por otra parte, se conoce polinización cruzada cuando dicho fenómeno se realiza entre dos plantas progenitoras, con diferente constitución genética, al llevarse a cabo la transferencia del polen de la antera al estigma de otra planta. (CUBERO, 2003).

La autopolinización es la transferencia de polen de una antera a un estigma dentro de la misma flor, o al estigma de otra flor en la misma planta.

Esto contrasta con la polinización en la planta de maíz, en la cual el polen es transportado por el viento a los estigmas de otras plantas.

La polinización cruzada consiste en la transferencia de polen de una antera al estigma de una flor de una planta distinta (LOPEZ, 1995).

2.12.2. Significancia genética del método de polinización

Para entender los resultados de la selección dentro de una población heterogénea, es necesario conocer algo acerca de la naturaleza genética, de las plantas con la que se está trabajando. Las plantas que normalmente se auto fecundan, difieren en su composición genética de las plantas que normalmente son de polinización cruzada.

Es normal que las plantas de las especies con autofecundación sean homocigóticas. Esta suposición puede hacerse debido a que:

1. Los pares homocigóticos (AA o aa) permanecen homocigóticos después de la autofecundación.
2. Los pares de genes heterocigóticos (Aa), segregan produciendo genotipos homocigóticos y heterocigóticos en iguales proporciones.

Mediante las autofecundaciones, la heterosis disminuye en una mitad en cada autofecundación sucesiva. Después de varias generaciones de autofecundaciones, la

proporción de planta heterocigóticas que permanece en la población es muy reducida, (CUBERO, 2003).

2.13. Selección

La selección es uno de los procedimientos de mejoramiento más antiguos. Se ha practicado desde los tiempos más remotos en que el hombre empezó a cultivar plantas. El estado actual de las plantas cultivadas es en gran parte el resultado acumulado de todas las selecciones que continuamente se ha practicado durante varios siglos.

Especialmente, la selección es un proceso natural o artificial, mediante el cual se separan plantas individuales o grupos de las mismas dentro de poblaciones mezcladas. La eficiencia de la selección depende de la presencia de las variedades genéticas, por lo tanto constituye la base de todo el mejoramiento de cosechas, (POEHLMAN, 1980).

2.13.1. Selección masal como método principal en el mejoramiento de especies de polinización cruzada

Históricamente, es el primer método usado por el hombre para mejorar el maíz, y por lo tanto el más antiguo en la agricultura misma.

La selección masal, es un método sencillo de mejora genética. Consiste en seleccionar mazorcas deseables de las mejores plantas, y en sembrar en masa la semilla seleccionada. Ya que el maíz es de fecundación cruzada casi por completo, El material producido es una mezcla compleja de híbridos. (LLANOS COMPANY, 1984).

Por ser el maíz una planta alógama, las semillas recogidas durante la cosecha son una mezcla heterogénea, de cruces al azar dentro de una población más o menos variable, de este modo puede esperarse que en cada generación se consiga una mejora en la medida de los caracteres seleccionados, pero no una verdadera fijación del tipo. Por otra parte, el éxito de la sección masal depende fundamental mente de los caracteres genéticos cambiantes, y de la precisión en cuanto a la selección de los tipos deseados.

Aun cuando la selección se basa en el fenotipo, su objetivo es obtener mayor frecuencia y aspectos sobresalientes dentro de la población. En el maíz fue posible obtener variedades con diferente precocidad, altura de planta, tamaño de la mazorca, contenido de aceite, proteína y otras características similares por medio de una controlada selección en masa. (LOPEZ, 1995).

2.13.2. Métodos Genotécnicos basados en el tipo de selección

Un método genético, es un conjunto de técnicas de campo y gabinete basado. En la teoría general de uno de los sistemas de selección, así podemos mencionar los siguientes sistemas y métodos en el siguiente cuadro.

CUADRO 4:
MÉTODOS GENOTÉCNICOS BASADOS EN LA SELECCIÓN

SISTEMA DE SELECCIÓN	MÉTODO GENOTÉCNICO
Entre individuos	Selección visual general Selección masal Selección individual
Entre familias	Selección de familias de medios hermanos maternos (MH). Selección de familias de hermanos completos (HC). Selección de familias S1 o familias de autohermanos (AH).
Entre y dentro de familias (Combinadas)	Selección de familias de medios hermanos, hermanos completos, y autohermanos, con polinización libre y/o con polinización controlada

2.13.2.1. Selección Intrapoblacional

Tanto la selección masal, como la selección individual, son los métodos de mejoramiento de plantas más antiguos. Obviamente el hombre escogía aquellos individuos que sobresalían en algunas características ventajosas para su propósito.

Donde la unidad de selección en ambas es la (planta), es también la unidad de recombinación, pero existe una diferencia muy importante.

La selección individual se diferencia de la selección masal, en que en la primera hay oportunidad de seleccionar ambos progenitores, mientras en la segunda, solo se selecciona tomando en cuenta el progenitor femenino, ya que no hay control del progenitor masculino (MARQUEZ, 1985).

Por esta razón, en las plantas alógamas, para realizar selección individual es necesario llevar a cabo cruzamientos artificiales y controlados.

2.13.2.2. Selección familiar

La familia es un grupo de individuos que tienen entre sí el mismo grado de parentesco.

- La selección familiar de medios hermanos (SFMH), si en lugar de mezclar las semillas de las mazorcas, las mantenemos separadas. Por ejemplo, la semilla de cada mazorca en un sobre o en bolsa de papel, y al año siguiente sembramos el contenido del sobre, también por separado es decir (mazorca por surco), la población o progenie que se desarrolle en cada surco es una familia de medios hermanos. Esto se debe a que la planta de un surco tiene un progenitor femenino común, lo más seguro es que los progenitores masculinos sean diferentes entre sí (MARQUEZ, 1985).
- Selección familiar de hermanos completos (SFHC), proviene del cruzamiento entre un par de plantas. La progenie tiene entonces ambos progenitores en común, a las cruzadas de este tipo se le llama planta a planta (p a p).

En la práctica este tipo de selección es más difícil, porque el fitomejorador tiene que escoger plantas de la misma precocidad.

- Selección familiar de autohermanos (AH), Estas familias provienen de la autofecundación de una planta en forma controlada o artificial, cuyas generaciones posteriores a la S₀, serán denominadas líneas S₁, S₂, etc.

2.13.3. Selección individual de plantas alógamas con control de polinización

El control artificial de la polinización, al llevar a cabo en cada uno de los individuos seleccionados. Con la autofecundación artificial reduce las especies alógamas, al caso de las autógamias, siendo la única forma de obtener resultados seguros en estas especies.

Cuando se opta por la autofecundación artificial, sin considerar el trabajo adicional que esto representa, para la obtención de líneas puras artificiales, líneas autofecundadas, en las especies alógamas. Se observa desde la S₂, la aparición de individuos con caracteres letales o nocivos, que solo se manifiestan cuando el individuo es homocigoto para el gen, que o los genes que lo causan.

Los efectos de la autofecundación son eminentemente evidentes como ser: la reducción de vigor, reducción de la productividad, menor altura, una demora en la floración y una susceptibilidad a las plagas. La aparición de estos individuos es el primer inicio del aumento de homocigotos en la población.

De manera paralela se manifiesta como ya se dijo la reducción del vigor de las descendencias sucesivas, y en ocasiones el decrecimiento es tan grande que es la principal razón, para descartar multitudes en líneas de formación.

En estos casos la base para eliminar algunas líneas no pueden ser la comparación de la variedad de la cual proceden, sino que se deberá tomar en consideración el rendimiento medio del conjunto de las líneas con que se cuenta, de esta forma elimina las líneas más débiles y se conserva al final las más vigorosas (LOPEZ, 1995).

2.14. Obtención del maíz rico en proteínas.

La posibilidad de aumentar el contenido de proteína en el maíz, por método genéticos ha quedado demostrada, en trabajos realizados en la estación experimental de Illinois. En 1898 partiendo en la variedad de polinización libre, con un 10,92 por ciento, después de 10 generaciones de selección se logró el contenido de proteína en un 14.26 % y después de 50 generaciones se obtuvo una reducción del contenido de 4.91%. Mediante cruces entre líneas ricas en proteínas y buenas líneas como la Hy,

WF9 y L317, se obtuvieron líneas consideradamente más ricas en proteínas que las líneas usuales. También se ha estudiado la herencia del contenido de proteínas.

El contenido de proteínas de un híbrido, aumenta con el número de líneas ricas en proteínas, y la riqueza final del híbrido es aproximadamente, el promedio de la riqueza de las líneas que le han dado origen. Para lograr un alto contenido de proteínas en los híbridos, es necesario cultivarlos en suelos con abastecimiento abundante de nitrógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo durante la campaña agrícola 2007. En los meses de enero a junio, en los predios del Centro Experimental de Chocloca, ubicado en la comunidad del mismo nombre.

3.2. Características de la zona

La localidad de Chocloca, está ubicada en la provincia Avilés del departamento de Tarija a 36 Km al sur –oeste de la capital, geográficamente se encuentra en los paralelos 21°45” de latitud del sur y 64°44” de longitud oeste, con una altitud de 1800 m.s.n.m., temperatura promedio es de 19°C, su precipitación media anual es de 639 mn.

El clima de Chocloca según la clasificación de Thoronthwaite, se encuentra dentro de la región templada, correspondiente a la zona bosque húmedo templado.

Los suelos son franco-arcillosos, mal drenados, presentan erosión hídrica laminar, y erosión en surcos y cárcavas moderadamente profundos. El pH de los suelos va de neutro a moderado alcalinos, con pendiente plana, apto para la agricultura mecanizada y la implementación de cultivos anuales.

3.3. Actividad económica

En esta zona donde se realiza el presente ensayo, tiene como principales actividades económicas las siguientes: la agricultura, y la ganadería lechera. Los cultivos son: maíz, papa, arveja, hortalizas, y otros como los frutales (duraznos, vid, higo).

3.4. Condiciones de temperatura y precipitaciones durante el período que duró el ensayo

CUADRO 5:
RESUMEN CLIMATOLÓGICO
Periodo comprendido 2007

PARAMETROS METEOROLOGICOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C)	27	26,3	25,2	23,9	21,8	27,1	
TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C)	15,6	13,9	13,3	8,9	4,2	1,6	
TEMPERATURA MEDIA (°C)	21,3	20,1	19,25	16,4	13	14,3	17,39
PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)	193	48	164,7	19,5	6	0	431,2

Fuente SENAMHI, 2007 (Anexo N°2)

En el resumen se podrá observar, que la precipitación comprendida entre los meses de enero a mayo, alcanzaron a 431,20 mm. Periodo en el que se llevó a cabo el ensayo. Al respecto (LLANOS COMPANYY, 1984), menciona que los requerimientos hídricos del cultivo del maíz oscilan entre 450- 500 mm. Indicando que la cantidad de agua de lluvia caída, no siempre era indicada del agua disponible para la planta, puesto que la adsorción depende del tipo de suelo, la temperatura, prácticas culturales, etc.

La temperatura media presentada en el periodo del ensayo fue de 17,39 °C según Pavón (2001), para una buena producción de maíz, la temperatura debe oscilar entre 20-30 °C.

3.5. Condiciones del Suelo

El suelo de Chocloca presenta textura franco arcillo arenoso, con Ph de 7.50 siendo necesario conocer que cantidades se encuentran disponibles o aprovechables por las plantas, según la información obtenida de la cantidad de elementos disponibles son:

25 Kg De Nitrógeno / ha

9 Kg De fosforo / Ha

215 Kg De potasio /Ha

En base a estos elementos se calcularon la cantidad de nutrientes que se deben aplicar al suelo para satisfacer el requerimiento del cultivo.

Según (ROBLES, 1975), afirma que la práctica de la fertilización debe realizarse al momento de la siembra, parte de nitrógeno, todo el fosforo y el potasio de la dosis fertilizante; posteriormente, en la segunda labor de cultivo el resto del nitrógeno por ser este el elemento el que menos se fija o se conserva en el terreno y para un mejor aprovechamiento de la planta es recomendable fraccionar su aplicación.

En nuestro ensayo el nitrógeno se aplicó en dos oportunidades, la primera al "El cultivo del maíz puede desarrollarse en una gama de suelos muy diferentes, siempre que sean profundos y previstos de nutrientes donde la mayor parte de los elementos son extraídos por la planta desde unos 10 días antes, hasta 30 días después de la aparición de la panoja.

3.6. Materiales

3.6.1. Material genético

El siguiente trabajo de investigación como Fase (I), se utilizó semilla de maíz la variedad Pisan Calla, procedente de la provincia O'Connor de la Sección de Entre Ríos, localidad la Colmena.

3.6.2. Descripción de la semilla de maíz, variedad Pisan Calla

Caracteres morfológicos: tiene granos de color blanco tendientes a amarillo claro, son de tamaño mediano a textura amilácea. La mazorca tiene una longitud de 16 - 18 cm. Con una cobertura de mazorca 10 hileras.

Caracteres Agronómicos: se cultiva en los valles de Tarija y zonas templadas (zonas con riego), el ciclo vegetativo es precoz, alcanzando su madurez fisiológica a los 150 días. La altura de la planta es de 210 – 280 cm. Su consumo en fresco es en choclo y el mayor consumo es en grano para la preparación del tradicional tojori.

3.6.3. Insumos

- a) Semilla criolla de maíz variedad pisan calla

- b) Fertilizantes
 - Fosfato diamónico (18-46-00)
 - Urea (46-00-00)
- c) Insecticida
 - Cascade 500

3.6.4. Materiales utilizados

- a) Material de campo
 - Wincha
 - Estacas de madera (80 cm. De longitud)
 - Cuerda
 - Cintas de color enumeradas
 - Sobres de papel manilla
 - Marcadores
- b) Equipo y herramienta
 - Tractor
 - Implementos agrícolas
 - Azadones
 - Palas, picotas, machetes, etc.
- c) Material de registro
 - Libreta de campo
 - Planillas
 - Cámara fotográfica
- d) Material de laboratorio

- Balanza de precisión
- Calibrador

3.7. Metodología

3.7.1. Métodos de selección

3.7.1.1. Polinización cruzada o natural

El procedimiento en el siguiente trabajo, fue el de seleccionar las 100 mejores plantas de la población, y en ellas las mejores mazorcas para su posterior estudio de acuerdo a las variables planteadas.

3.7.1.2. Selección individual con autofecundación

En este método de selección, la unidad de selección (us) en el individuo se tiene control tanto en el progenitor femenino, como el masculino, en este también se seleccionaron las mejores 100 plantas de la población, y en ellas las mejores mazorcas, luego se procedió a cubrir las espigas y las mazorcas para auto fecundarlas en el momento de que las condiciones sean favorables (MARQUEZ, 1985).

3.8. Método estadístico-bioestadística

Las tablas o cuadros estadísticos, los distintos tipos de gráficos, los índices la proporciones, porcentajes, constituyen los diversos modos de resumir o reducir un conjunto de datos a unas pocas cifras, que aisladamente, o dispuestas en forma tabular o gráfica, sirven para transmitir las características principales de la información, representada en los datos, y contienen en los elementos descriptivos, que hacen innecesarios el examen de todos los datos.

Las cifras descriptivas que se obtienen con función de una muestra (X_1, X_2, \dots, X_n); es decir, como función de un conjunto de datos (que representan a un sub conjunto de una población), se llama estadígrafos o estadístico, entonces podemos indicar que estadígrafo es una medida resumen que describe las características de una muestra.

3.8.1. Análisis estadístico del ensayo

3.8.1.1. Estadística descriptiva

En el presente trabajo se utilizó, la estadística descriptiva para analizar y representar el grupo de datos, utilizando métodos numéricos y gráficos, que resumen y representan la información contenida. En ellos se puede definir como aquel método que contiene la recolección, organización presentación y una serie de datos.

Caracterizando las variables, en los descriptores que son: la tendencia central, la moda, las medidas de dispersión, que a su vez se representan en la desviación estándar, varianza y el coeficiente de variación. Con el fin de evaluar los caracteres medibles de todo el muestreo.

Que son: (días floración femenina, días floración masculina, altura de la planta, altura de inserción de la mazorca, largo de la hoja, ancho de la hoja, etc.), para comparar el grado de dispersión de homogeneidad o heterogeneidad, respecto al promedio de cada muestra.

Y que se encuentra representado de las siguientes formulas mencionadas:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

$$S = \sqrt{S^2} \quad CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

3.8.1.2. Análisis estadístico diferencias entre medias

Se realizó el análisis estadístico diferencias entre medias de una muestra, con la prueba de (t) al 0.05%, de significancia. Que permite evaluar los caracteres, de los dos métodos de mejoramiento, de polinización cruzada natural y autofecundación artificial. Tomando en cuenta las variables en estudio que son: (longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, peso de la mazorca, número de granos por hilera, peso del grano, número de semilla en 100 gramos, etc.). Variables que permitirán evaluar, si existen diferencias entre sí, para ambos métodos empleados en el ensayo.

Donde se emplearon las siguientes ecuaciones.

a) Estadístico para obtener la t calculada

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{Sx_1 - x_2}$$

b) Error estándar de la diferencia entre las medidas de poblaciones 1 y 2.

$$Sx_1 - x_2 = \sqrt{(S^2 p/n_1) + (S^2 p/n_2)}$$

Donde:

$$S^2 p = \frac{V_1 S_1^2 + V_2 S_2^2}{V_1 + V_2}$$

\bar{X}_1 = media de la población 1

\bar{X}_2 = media de la población 2

S_1^2 = Varianza de la población 1

S_2^2 = Varianza de la población 2

V_1 = Grados de libertad de la población 1 (n-1)

V_2 = Grados de libertad de la población 2 (n-1)

n_1 = número de muestras de la población 1

n_2 = número de muestras de la población 2

3.8.2. Características de la parcela

**CUADRO 6:
CARACTERÍSTICA DE LA PARCELA**

Área Total Experimento (20 x 20 m.)	400 m ² .
Nº de surcos	25
Longitud del surco	20 m.
Ancho del surco	0,80m.
Distancias entre golpes (siembra)	0,50m.
Número de golpes o planta por surco	40
Número de semillas por golpe	3
Número de plantas por sitio definitivo	2
Número de plantas en el Área de experimento	2000
Número de plantas por Ha	50000

3.9. Desarrollo del ensayo

3.9.1. Preparación del terreno

Las operaciones de preparación del terreno, para la siembra de maíz en la comunidad de Chocloca, incluyeron labores de labranza con tractor de arada y rastra.

Esta actividad se la realizo, en el mes de enero aprovechando la humedad existente

En el suelo, para luego realizar la siembra.

3.9.2. Selección de la semilla

La semilla utilizada para nuestro ensayo, como ya se indicó anteriormente se la obtuvo de la Provincia O CONNOR, municipio de Entre Ríos, sector la colmena, en la que se estudiaron aspectos morfológicos y caracteres botánicos propios de la variedad.

3.9.3. Demarcación de la parcela.

Una vez preparado el terreno de 400 m², se procedió a la delimitación de parcelas, midiendo el área correspondiente a cada uno de ellas, separando estos con estacas de maderas, cuya dimensión utilizada fueron de dos parcelas 10 x 20 m, una distancia a surcos de 0,80 m, y de planta a planta de .050 m.

3.10. Siembra

La siembra se la realizó manualmente el día 14 de enero del 2007, y se utilizó el sistema por golpes llamada también siembra al paso, que consiste en sembrar cada cierta distancia, un número determinado de semilla, depositando 3 semillas por golpe, a una distanciada de 0.50 m. Entre plantas y 0.80 m. Entre surcos.

3.11. Labores culturales

Todos se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, y en el momento oportuno, y que se mencionan a continuación.

3.11.1. Fertilización

La fertilidad es un factor importante en la producción del maíz. El nivel de fertilización aplicando en la parcela fue de 4.40 Kg de 18-46-00, y 3.92 Kg, de urea 46-00-00, cantidad ajustada de acuerdo al requerimiento del cultivo. En primera instancia se incorporó el fosfato diamónico al momento de la siembra, es decir el fosforo (p) requerido y el nitrógeno en forma fraccionada de un 50%, el restante de 50% aplicado en el momento del aporque. ANEXO N° 1

3.11.2. Control de malezas

Se realizaron deshierbes manuales en dos oportunidades con azadón, la primera al momento del aporque, y la segunda a los 50 días después de la siembra, teniendo mucho cuidado de no dañar la raíz del maíz.

3.11.3. Raleo

Esta labor se la realizó el 05 de febrero, a los 22 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron una altura de 15-20cm., dejando dos plantas por golpe con el objeto de obtener una densidad de 50.000 plantas por hectárea.

3.11.4. Aporque

El aporque es una práctica muy común en el cultivo del maíz, labor que se la realizó el 13 de febrero (a los 30 días después de la siembra), cuando las plantas tenían una altura aproximadamente de 30-40cm., y a la vez se realizó el segundo abonado del

50%, restante de urea depositándolo al pie de la planta, para inmediatamente realizar el aporque esto con la finalidad de dar mayor firmeza a la planta y permitir de ésta manera un buen desarrollo radicular.

3.11.5. Control de plagas y enfermedades

Cabe señalar que se tuvo el ataque, de una de las plagas importantes del maíz, como es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), cuya plaga se alimenta del cogollo, provocando una disminución del área foliar de las hojas. Para su control se utilizó el insecticida CASCADE 500, en una dosis de 10cc. /20 litros de agua, realizando una sola aplicación. ANEXO N°7 Fotografía N°14.

Dentro de las enfermedades que causan daño a las hojas, tenemos a un hongo llamado, tizón foliar por maydis (*Helminthosporium maydis*), ocasionando pequeñas lesiones, a las hojas jóvenes, de color ocre pálido, que pueden alcanzar hasta 2 ó 3 centímetros de longitud, que no afectaron al cultivo, por las condiciones de temperaturas que impidieron el desarrollo de este patógeno. ANEXO N°7 Fotografía N°15.

3.11.6. Riegos

Los riegos fueron realizados de acuerdo a los requerimientos del cultivo, es así que se aplicaron tres riegos suplementarios, al primer riego después a la nascencia, el segundo después del aporque, y finalmente al inicio de la floración por haber contado con agua disponible para esta labor.

Al respecto (LLANOS COMPANY, 1984), afirma que este primer riego después de la nascencia, no conviene anticiparlo, de modo que el cultivo sufra algunos días de humedad.

3.12. Identificación y etiquetado de plantas en estudio.

Del total de plantas en la parcela se seleccionaron 200 individuos, siendo el 10% de la población, esta selección se las realizó de acuerdo a sus características fenotípicas, 100 de ellas realizaran la polinización cruzada natural, que fueron etiquetas con cintas de color azul y enumeradas, las 100 plantas restantes se realizaran un proceso de

autofecundación artificial, que también fueron etiquetadas con cintas de color rojo y enumeradas. (Ver Anexo N°7 fotografía N°3).

3.12.1. Polinización cruzada o normal

Las 100 planta que se seleccionaron, de acuerdo a sus características que se desean mejorar, con cintas de color azul solo se las dejo que sigan su curso normal de cruzamiento por ser una especie alógamas, para su posterior autoevaluación. (Ver Anexo N°7 fotografía N°2 y 3).

Es importante mencionar que cuando se trabaja con esta especie que sufre un cruzamiento de 95-100% de polinización cruzada es conveniente tener en cuenta la distancia con otros cultivos de la misma especie de 200-500 m a la redonda, para no tener cruzamientos indeseables.

3.12.2. Proceso de autofecundación

Las restantes 100 plantas, que fueron seleccionadas con cintas de color rojo se auto fecundaron de la siguiente manera.

Las mazorcas de las plantas escogidas para autofecundar, se “cubrieron” con sobre papel madera, previamente al día de la polinización las plantas, que van a servir como hembras, y en el día de la polinización. Cubrimos las plantas que servirán como machos.

Todo este proceso consiste en cubrir con un sobre de papel madera al jilote (flor femenina) de la planta antes de que emerja cualquier estigma. Este sobre permite el crecimiento de los estigmas. Y cuando emerjan estos pelillos que son los estilos realizamos el despunte o corte del jilote (flor femenina) más o menos unos dos centímetros con el objeto de estimular la aparición de los estigmas y que estos sean más uniformes para así realizar una fecundación completa de todos ellos.

Debido a las condiciones adversas en el momento de las autofecundaciones, las polinizaciones se las realizaron por las mañanas y por las tardes y en una operación rápida se descubrió el jilote (flor femenina), y vaciando el contenido del sobre de la espiga masculina al jilote (flor femenina), el cual se cubre totalmente con aquella

sacudiéndola enérgicamente. Estas técnicas la realizamos durante varios días para completar las 100 plantas por este método. (Ver Anexo N°7 fotografías N°4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13).

3.13. Cosecha

Cuando las plantas completaron su madures fisiológica, y el cultivo en su totalidad así lo presentaba, se procedió a la cosecha en forma manual e individual de aquellas plantas que han sido etiquetadas previamente en ambas parcelas en su totalidad 200 mazorcas. Se cosechó el 14 de junio de 2007 a los 151 días después de la siembra.

3.14. Variables en estudio

Para la toma de datos, se utilizaron los parámetros más importantes de acuerdo al manual de ensayo e informes propuestas por el centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT, 1985). Además, se tomaron en cuenta los consejos del asesor del presente trabajo.

En el presente trabajo de investigación se evaluaron las siguientes variables:

CUADRO 7:
VARIABLES UTILIZADAS EN EL ENSAYO

Variables	Unidades de Evaluación
Días de floración masculina	Días
Días de floración femenina	Días
Altura de la planta	Centímetros
Altura de inserción de la mazorca	Centímetros
Longitud del pedúnculo de la panoja	Centímetros
Longitud de la panoja	Centímetros
Longitud de la parte ramificada de la panoja	Centímetros
Longitud de la mazorca	Centímetros
Diámetro de la mazorca	Centímetros
Número de hileras por mazorca	Números
Número de granos por hilera	Números
Peso de la mazorca	Gramos
Peso del grano por mazorca	Gramos
Largo del grano	Milímetros
Ancho del grano	Milímetros
Grosor del grano	Milímetros
Numero de semilla en 100 gramos	Números
Porcentaje de proteína	%

3.14.1. Días a la floración masculina

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual se alcanza el 50% de la iniciación de la antesis (floración) de las flores masculinas en la parcela.

3.14.2. Días a la floración femenina

Días transcurrido después de la siembra, hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas. De la parcela mostraron la aparición de la flor femenina (estigmas de 2-3 cm. de largo).

3.14.3. Altura de planta

Se tomaron los datos de altura de la planta en cm desde el suelo de la planta, hasta el nudo de la última hoja (hoja bandera).

3.14.4. Altura de inserción de la mazorca

Se registró esta variable tomando la distancia en cm desde la base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca más alta. La altura de la planta y la altura de la mazorca se midieron antes de la cosecha.

3.14.5. Longitud y ancho del área de la lámina foliar.

Se registró el largo y ancho de la lámina foliar en cm tomando la hoja inferior de la mazorca principal, para el análisis respectivo.

3.14.6. Datos de la inflorescencia masculina

3.14.6.1. Longitud de la panoja, del pedúnculo y de la parte ramificada

La longitud de la panoja se midió en cm. desde el punto de origen de la ramificación inferior hasta el ápice del caqui central.

La longitud del pedúnculo se midió en cm desde el nudo superior del tallo principal hasta el origen de la ramificación inferior, y para la longitud de la parte ramificada se midió el espacio entre los nudos de las radicales superior e inferior, en centímetros.

3.14.7. Datos de la mazorca

3.14.7.1. Longitud de la mazorca

Longitud en cm. desde la base hasta el ápice de la mazorca superior.

3.14.7.2. Diámetro de la mazorca

Medida en la parte media de la mazorca superior, con ayuda de un calibrador, en cm.

3.14.7.3. Número de hileras por mazorca

Se registró el número de hileras contadas en la parte central de la mazorca superior.

3.14.7.4. Número de granos por hilera

El número de granos contados en una hilera normal, en todo el largo de la mazorca.

3.14.7.5. Peso de la mazorca

Se registró el peso total de la mazorca (con marlo), para esto se recurrió a la balanza del laboratorio de semilla, para obtener el peso correspondiente de las 200 mazorcas seleccionadas y se evaluó en gramos.

3.14.7.6. Peso del grano de la mazorca

Para esto se desgranó las 200 mazorcas en forma individual, se lo llevo a la balanza para su peso correspondiente, y se evaluó también en gramos.

3.14.7.7. Datos del grano

3.14.7.8. Número de semilla en 100 gramos

Se registró la cantidad de semilla en 100 gramos de peso, en cinco repeticiones tomadas al azar de las 200 mazorcas principales.

3.14.7.9. Longitud, ancho y grosor del grano

Se realizó un promedio de los granos consecutivos en la misma hilera escogidos en la parte media de la mazorca, se midió con un calibrador y los resultados se expresaron en milímetros, este procedimiento se realizó con las 200 mazorcas.

3.14.7.10. Producción de la semilla (Kg/ha)

El rendimiento de la semilla o grano fue expresado en (Kg/Ha), calculando en base a los parámetros evaluados al momento de la cosecha como ser:

$$PS = PH \times f \quad f = \frac{100 - H\%}{100 - 14\%}$$

Donde: PS = Peso seco del grano total de la muestra kg.

PH = Peso húmedo de la mazorca total de la muestra Kg.

f = factor de corrección de humedad

14% = porcentaje de humedad de ajuste

%H = porcentaje humedad del grano a la cosecha

Por último

$$\% \text{ PD} = \frac{\text{peso grano total}}{\text{peso mazorca total}} \quad \mathbf{R} = \left(\frac{10000}{A} \right) \times \text{PD} \times \text{PS}$$

Dónde:

R =Rendimiento en Kg/Ha

A =Área de la unidad de muestreo

% PD =Porcentaje de desgrane en decimales

3.15. Porcentaje de proteína

Para realizar el análisis de esta variable tuvimos que recurrir al laboratorio Bromatológico de la universidad “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho”, donde fueron enviadas dos muestras, para su respectivo análisis (ver anexo N° 3).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Caracteres agronómicos de la población evaluados por ambos métodos de mejoramiento

4.1.1. Datos generales de la planta

Para estos valores de la variedad Pisan Calla en estudio se tomó las 200 plantas en muestreo para determinar sus características fenotípicas de la variedad (altura, planta, altura de la inserción de la mazorca, días floración, etc.), con la medición de sus valores descriptores.

CUADRO 8:
VALORES DE LOS DESCRIPTORES CUANTITATIVOS DE LA POBLACIÓN TOTAL DEL MUESTREO

DESCRIPTORES	Media	Moda	S	CV%	S2	Max	Min
Días de floración masculina	74,55	77	4,51	6,05	20,31	82	64
Días de floración femenina	77,6	81	4,73	6,09	22,35	87	68
Altura de la planta	267,04	280	19,85	7,43	393,88	306	220
Altura de inserción de la mazorca	146,84	150	18,33	12,48	335,95	196	100

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Días de floración Masculina

Analizando el cuadro N°8, de las 200 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de días en la floración masculina a 74 días. Y con más frecuencia de 77 días, obteniendo una desviación estándar de 4,51 días y un coeficiente de variación de 6,05 %.

4.1.3. Días de floración femenina

Analizando el cuadro N°8, de las 200 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de días de floración femenina a 76 días. Y con más frecuencia de 81 días,

obteniendo una desviación estándar de 4,73 días y un coeficiente de variación de 6,09 %.

4.1.4. Altura de la planta

Analizando el cuadro N°8, de las 200 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de altura de la planta de 267,04 cm. y con más frecuencia de 280, obteniendo una desviación estándar de 19,85 cm y un coeficiente de variación de 7,43 %.

Aproximadamente una semana antes de la liberación del polen, todos los entrenudos exceptos los dos o tres superiores ya tienen su largo total, dichos entrenudos alcanzan su longitud definitiva uno o dos días antes de comenzar la liberación del polen los entrenudos superiores se alargan rápidamente y empujan la panoja fuera de la masa foliar. Es por todo que se midió esta característica al final del periodo de florecimiento.

4.1.5. Altura de inserción de la mazorca

Analizando el cuadro N°8, de las 200 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de altura de inserción de la mazorca 146,84 cm. Y con más frecuencia de 150 cm, obteniendo una desviación estándar de 18,33 cm y un coeficiente de variación de 12,48 %. Habiéndose formado la mazorca a unos dos tercios de la altura de la planta.

Existe una relación directa entre la altura de la planta y la altura de la mazorca superior, son características que dependen de la fertilidad, textura y buena humedad durante el desarrollo vegetativo.

4.2. Datos de la inflorescencia masculina

Para estos valores de la variedad Pisan Calla en estudio se tomó las 200 plantas en muestreo para determinar sus características fenotípicas de la inflorescencia masculina (longitud del pedúnculo, longitud de la panoja y longitud de la parte ramificada) con la medición de sus valores descriptores.

CUADRO 9:
VALORES DE LOS DESCRIPTORES CUANTITATIVOS PARA LA
INFLORESCENCIA MASCULINA

DESCRIPTORES	Media	Moda	S	CV %	S2	Rango
Lg. Pedun.	13,33	15,5	1,98	14,84	3,91	16 -10
Lg. Panoja	39,20	42,5	2,27	5,79	5,15	42,5 - 35
Lg. parte. ram	21,35	24,5	2,31	10,84	5,36	25,5 - 17

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Longitud del pedúnculo

Analizando el cuadro N°9, de las 200 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de longitud del pedúnculo 13,33 cm y la longitud con más frecuencia de 15.5, obteniendo una desviación estándar de 1.98 cm y un coeficiente de variación de 14,84 %.

4.2.2. Longitud de la panoja

Analizando el cuadro N°9, de las 200 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de longitud de la panoja 39,20 cm. y la longitud con más frecuencia de 42,5, obteniendo una desviación estándar de 2,27 cm y un coeficiente de variación de 5.79 %.

4.2.3. Longitud de la parte ramificada

Analizando el cuadro N°9, de las 200 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de longitud de la parte ramificada 21,35 cm y la longitud con más frecuencia de 24,5, obteniendo una desviación estándar de 2,31 cm y un coeficiente de variación de 10,84 %.

4.3. Caracteres agronómicos de la Mazorca por el método de polinización cruzada.

CUADRO 10:
VALORES DE LOS DESCRIPTORES CUANTITATIVOS DE LA MAZORCA DEL MÉTODO DE POLINIZACION CRUZADA

DESCRIPTORES	Media	Moda	S	CV %	S2
Longitud De la Mazorca	16,16	17,00	1,98	12,28	3,94
Diámetro De la Mazorca	4,51	4,37	0,34	7,51	0,11
Nº de Hileras por mazorca	10,46	10,00	1,33	12,70	1,77
Nº de Gr. por Hilera	33,04	32,00	5,93	17,95	35,17
Peso De la Mazorca	223,40	N/A	39,05	17,48	1.524,72
Peso del Grano	174,15	164,37	29,49	16,93	869,78

Fuente: elaboración propia.

4.3.1. Longitud y diámetro de la mazorca

Analizando el cuadro N°10, de las 100 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de longitud de la mazorca de 16,16 cm y la longitud con más frecuencia de 17 obteniendo una desviación estándar de 1,98 cm y un coeficiente de variación de 12,28 %.

Con respecto al diámetro de la mazorca para este método se obtuvo un promedio de 4,51 cm. y el diámetro con más frecuencia de 4,37 cm obteniendo una desviación estándar de 0,34 cm y un coeficiente de variación de 7,51 %.

Estas características son altamente influenciadas por el estrés hídrico, además de estar relacionadas estrechamente con el rendimiento.

Por el incremento de 4000 plantas en la densidad de siembra; el diámetro y la longitud de mazorca, decrecía también linealmente con el aumento de la población de planta, como también estos caracteres pueden estar influenciados por el método de siembra.

4.3.2. Número de hileras y número de granos por hilera

Analizando el cuadro N°10, de las 100 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de hileras por mazorca de 10,46. Y siendo las hileras con más frecuencia de 10, obteniendo una desviación estándar de 1,33 hileras y un coeficiente de variación de 12,70 %.

Con respecto al número de granos por hilera se registró un promedio de 33,04. Y los granos por hileras con más frecuencia fue de 32, con una desviación Standard de 5.93 y un coeficiente de variación de 17,95 %.

4.3.3. Peso de la mazorca y peso del grano

De acuerdo al cuadro N°10 se obtuvo para el peso de la mazorca un promedio de 223,40 gr. Y donde los valores con frecuencia son relativamente distintos, con una desviación Standard de 39,05 y un coeficiente de variación de 17,48 %.

Con respecto al peso del grano por mazorca se obtuvo un promedio de 174,15 gr. Y el peso del grano con más frecuencia fue de 164,67 gr. con una desviación Standard de 29,49 gr. y un coeficiente de variación de 16,93 %.

4.4. Caracteres agronómicos de la mazorca para el método de autofecundación

CUADRO 11:
VALORES DE LOS DESCRIPTORES CUANTITATIVOS DE LA MAZORCA
POR AUTOFECUNDACIÓN

DESCRIPTORES	Media	Moda	S	CV %	S2
Longitud de la Mazorca	16,24	16,00	1,87	11,54	3,51
Diámetro De la Mazorca	4,43	4,51	0,18	4,10	0,03
N° de Hileras por mazorca	10,48	10,00	1,45	13,86	2,11
N° de Granos Por Hilera	33,27	37,00	5,63	16,93	31,71
Peso De la Mazorca	186,30	N/A	31,11	16,70	967,67
Peso del Grano	146,81	N/A	25,68	17,50	659,70

Fuente: elaboración propia.

4.4.1. Longitud y diámetro de la mazorca

Analizando el cuadro N°11, de las 100 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de longitud de la mazorca de 16,24. Y la longitud con más frecuencia de 16, obteniendo una desviación estándar de 1,87 hileras y un coeficiente de variación de 11,54 %.

Con respecto al diámetro de la mazorca, para este método se obtuvo un promedio de 4.43 cm., Y el diámetro de la mazorca con más frecuencia de 4.51 cm. con una desviación Standard de 0.18 y un coeficiente de variación de 4.10%.

4.4.2. Número de hileras y granos por hileras.

Analizando el cuadro N°11, de las 100 de las plantas en estudio se pudo observar el promedio de hileras por mazorca de 10,48. Y las hileras con más frecuencia de 10, obteniendo una desviación estándar de 1,45 hileras y un coeficiente de variación de 13,86 %.

Con respecto al número de granos por hilera presento un promedio de 33,27. Y los granos por hilera con más frecuencia de 37, obteniendo una desviación estándar de 5,63 hileras y un coeficiente de variación de 16,93 %.

4.4.3. Peso de la mazorca y peso del grano

De acuerdo al cuadro N°11 se obtuvo para el peso de la mazorca un promedio de 186,30 gr. Y donde los caracteres con frecuencia son relativamente distintos, con una desviación Standard de 31,11 y un coeficiente de variación de 16,70 %.

Con respecto al peso del grano por mazorca desgranada se obtuvo un promedio de 146,81 gr. Y donde los caracteres con frecuencia son relativamente distintos. Con una desviación Standard de 25,68 gr y un coeficiente de variación de 17,50 %.

4.5. Caracteres agronómicos del grano por el método de polinización cruzada

4.5.1. Número de semilla en 100 gramos.

CUADRO 12:
NÚMEROS DE SEMILLAS EN 100 GRAMOS

Nº de ensayos	Nº de semillas en 100 gramos
1	177
2	175
3	187
4	188
5	190
Total	917
Media	183
S	6,88
CV %	3,75
S²	47,3

Fuente elaboración propia

La media para este dato muy importante fue de 183 semillas en 100 gr, dato que posteriormente se utilizará en la siembra, pues con esta se indica la cantidad de semilla a emplear, a mayor número de semillas en 100 gramos, menor será la cantidad de semilla a usar en la siembra.

Una deficiente suplementación de nutrientes antes de la etapa de floración, o en la etapa posterior a la polinización, afectan considerablemente el número de granos.

CUADRO 13:
VALORES DE LOS DESCRIPTORES CUANTITATIVOS DEL GRANO
PARA LA POLINIZACIÓN CRUZADA

Descriptores	Largo del grano	Ancho del grano	Grosor del grano
Total	364,03	273,84	140,50
Media	1,21	0,91	0,47
Moda	1,20	0,95	0,50
S	0,16	0,12	0,08
CV	13,53	13,44	16,39
S²	0,03	0,02	0,01

Fuente: Elaboración propia:

4.5.2. Longitud, ancho y espesor del grano

Las medias para estas características fueron de 12.1 mm, para el largo 9.1 mm, para el ancho y 4,7 mm para el alto. Las dimensiones muestras gran uniformidad del grano, debido a que el rango y el coeficiente de variación son mínimos.

4.6. Caracteres agronómicos para el grano por el método de autofecundación

4.6.1. Número de semilla en 100 gramos.

CUADRO 14:
NÚMERO DE SEMILLAS EN 100 GRAMOS

Nº de ensayos	Nª de semillas en 100 gramos
1	189
2	184
3	187
4	188
5	185
Total	933
Media	187
S	2,07
CV %	1,11
S²	4,3

Elaboración propia

La media para este dato fue de 187 semillas en 100 gramos, como ya se mencionó anteriormente un indicativo para la cantidad de semilla a emplearse en la siembra.

Como este caso fue mayor número de semillas, entonces menor será la cantidad de semilla a emplear en la siembra.

CUADRO 15:
VALORES DE LOS DESCRIPTORES CUANTITATIVOS DEL GRANO POR
AUTOFECUNDACIÓN

Descriptores	Largo del grano	Ancho del grano	Grosor del grano
Total	335,41	252,95	129,88
Media	1,12	0,84	0,43
Moda	1,20	0,80	0,50
Ds	0,16	0,14	0,09
CV %	14,08	16,19	20,20
S²	0,02	0,02	0,01

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2. Longitud, ancho y espesor del grano

Las medias para estas características fueron de 11,2 mm, para el 8.4 mm, para el ancho y 4.3 mm, para el alto. Cuyas dimensiones muestran gran uniformidad del grano.

4.7. Producción de semilla o grano en (Kg/ha)

Para el rendimiento de semilla o grano en Kg/ha, de los métodos mejoramiento se consideraron los siguientes valores en campo:

- **Peso húmedo;** el peso de la mazorca total en Kg de las 100 muestras por cada método. 22,34 kg. Polinización cruzada, y 18,63 Kg autofecundación.
- **Porcentaje de desgrane expresado en decimales;** el peso del grano total, 17,41 Kg. Polinización cruzada. 14,68 Kg autofecundación, sobre el peso de la mazorca total Kg descritos en peso húmedo, dando como resultado 0,7995 polinización cruzada, y 0,7879 autofecundación.
- **Factor de corrección de humedad;** Para efectos de la cosecha se consideró un 15% de humedad del grano (100-15%), sobre el 14% de

ajuste de humedad (100-14%), dando como resultado 0,9893. Para ambos métodos.

- **Área a la unidad de muestreo;** que es el área de la muestra de cada mazorca, en metros cuadrados. siendo (0,5 distancia x 0.8 surco = 0.4 m² x 100 mazorcas = 40 m²). Siendo este dato para ambos métodos

Y según las fórmulas descritas en capítulo III materiales y métodos, se aplicaron y se dieron los rendimientos para ambos métodos que son:

CUADRO 16:
RENDIMIENTO DE SEMILLA EN (Kg/ha)

Métodos de mejoramiento	Unidad (kilogramo)
Polinización cruzada	4.303
Autofecundación	3.627

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los resultados del cuadro N°16 se observa que el rendimiento de semilla es mayor para el método de polinización cruzada.

(POEHLMAN, 1980), que al realizar autofecundación artificial o controlada en una especie de polinización cruzada, produce inmediatamente el aumento de su homocigosis por lo que, a partir de la S2, la pérdida de vigor es evidente, como la reducción en el rendimiento en grano, menor altura de planta, etc.

4.8. Análisis bromatológico de la semilla después de la cosecha por los métodos de polinización cruzada y autofecundación.

Los dos posteriores análisis se lo realizaron una vez terminando el trabajo, es decir aquella semilla obtenida por los métodos empleados en el presente trabajo. También fueron analizados en el laboratorio bromatológico de la Universidad Autónoma Juan Misael Sarácho. Los resultados se presentan de la siguiente manera. Ver anexo N° 3

CUADRO 17:**ANÁLISIS DE LA SEMILLA OBTENIDA POR POLINIZACIÓN CRUZADA**

Ensayo realizado de proteína	Unidades	Resultados obtenidos	Métodos utilizados
Proteína total (Nx6,25)	%	10.82	Volumétricos

CUADRO 18:**ANÁLISIS DE LA SEMILLA OBTENIDA POR AUTOFECONDACIÓN**

Ensayo realizado de proteína	Unidades	Resultados obtenidos	Métodos utilizados
Proteína total (Nx6,25)	%	9.49	Volumétricos

De acuerdo a los resultados obtenidos en los dos ensayos finales se tiene un 10,82 % proteína para el método de polinización cruzada y 9.49 % para el método de autofecundación.

Robles, (1975), establece que el maíz contiene muchos caracteres recesivos que se manifiestan con la autofecundación, debido a la segregación de genes desfavorables, para la reducción de vigor, disminución de aceite, proteína, y otras características similares.

4.9. Análisis estadístico.

Se utilizó la prueba de t al 5 % de significancia, estableciendo las diferencias significativas entre las medidas de los parámetros evaluados (Anexos N°4,5).

4.9.1. Análisis estadístico comparativo para longitud, diámetro, número de hileras, número de grano por hilera, peso de la mazorca, peso del grano; en los dos métodos de mejoramiento.

**CUADRO 19:
RESULTADOS DE LA PRUEBA "t" AL 5% DE SIGNIFICANCIA**

Descriptor	Polinización cruzada "A"	Autofecundación "B"	Diferencias entre medias
Longitud de mazorca	--	--	A=B
Diámetro de mazorca	*	*	A≠B
Número de hileras por mazorca	--	--	A=B
Número de granos por hileras	--	--	A=B
Peso de la mazorca	**	**	A≠B
Peso del grano por mazorca	**	**	A≠B

* Hay una diferencia significativa

** Hay una diferencia altamente significativa

-- No existen diferencias entre las medias

A = Polinización cruzada natural

B = Autofecundación artificial

De acuerdo al cuadro N°19 se analizó que el maíz criollo de la variedad pisan calla aplicado en los dos métodos de mejoramiento obtiene lo siguiente:

- Envase a la evidencia estadística obtenida, con una significancia del 0.05% de confiabilidad, de que los caracteres medidos, de longitud de la mazorca, números de hileras por mazorca y número de granos por hilera, por los dos métodos de mejoramientos son iguales no existiendo diferencias. Ver ANEXO N°4
- Envase a la evidencia estadística obtenida, con una significancia del 5% de confiabilidad, de que los caracteres medidos, de diámetro de la mazorca, por los dos métodos de mejoramientos son diferentes, existiendo diferencia significativa. Ver ANEXO N°4

- Envase a la evidencia estadística obtenida, con una significancia del 5% de confiabilidad, de que los caracteres medidos, de peso de la mazorca y peso de granos por mazorca, por los dos métodos de mejoramientos son diferentes, existiendo diferencias altamente significativa. Ver ANEXO N°4

(POHELMAN,1980), una selección masal procedente de una especie auto fecundada estará comprendida de genotipos más o menos similares para características físicas que pueden observarse fácilmente a simple vista, como presencia o ausencia de barbas, colores o la precocidad. Sin embargo, sus líneas componentes pueden diferir en caracteres cuantitativos, como rendimiento, tamaño o calidad, diámetro de la mazorca, pero del grano, ya que estas diferencias no pueden distinguirse por la simple observación de las plantas.

4.9.2. Análisis estadístico comparativo para el largo, ancho, grosor del grano y número de semillas en 100 gramos; para los dos Métodos de mejoramiento.

CUADRO 20:

RESULTADOS DE LA PRUEBA "t" AL 5% DE SIGNIFICANCIA

Descriptor	Polinización cruzada "A"	Autofecundación "B"	Diferencias entre medias
Largo del grano	**	**	A≠B
Ancho del grano	**	**	A≠B
Grosor del grano	*	*	A≠B
Número de semilla en 100 gramos	*	*	A≠B

* Hay diferencias significativas

** Hay una diferencia altamente significativa

-- No existen diferencias entre las medias

A = Polinización cruzada natural

B = Autofecundación artificial

De acuerdo al cuadro N° 20 se analizó que el maíz criollo de la variedad pisan calla aplicado en los dos métodos de mejoramiento obtiene lo siguiente:

- En base a la evidencia estadística obtenida, con una significancia del 5% de confiabilidad, de que los caracteres medidos, del largo del grano y ancho del grano, por los dos métodos de mejoramientos son diferentes, existiendo diferencias altamente significativa. Ver ANEXO N°5
- En base a la evidencia estadística obtenida, con una significancia del 5% de confiabilidad, de que los caracteres medidos, de grosor del grano y números de semilla en 100 gramos, por los dos métodos de mejoramientos son diferentes, existiendo diferencia significativa. Ver ANEXO N°5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Finalizando el estudio y habiendo evaluado, se llega a las siguientes conclusiones:

- ❖ La selección masal utilizada en la metodología, se evidenció y demostró que es un método de mejoramiento útil y efectivo para poder apreciar fenotípicamente, y seleccionar individuos que presentaban las características más sobresalientes.
- ❖ El método de autofecundación, de esta fase 1. Es un paso primordial que servirá de base, para los siguientes trabajos de investigación, con el fin de incrementar el valor nutricional, de la variedad en estudio.
- ❖ El rendimiento del grano, para el método de autofecundación es de 3.627 Kg/ha, para el método de polinización cruzada de 4.303Kg/ha.
- ❖ La aplicación del método de estadística descriptiva, como la tendencia central, las medidas de dispersión y distribución nos permitieron agrupar a los datos, ordenar y representar los valores obtenidos de cada característica de la muestra en la investigación. Pudiendo describir que las variables: días de floración masculina, días floración femenina, altura de la planta, altura de inserción de la mazorca, largo de la hoja, ancho de la hoja, y todas las variables en estudio. se pudo observar una baja dispersión con respecto al promedio, debido al comportamiento homogéneo siendo significativo.
- ❖ Para ver el comportamiento de los métodos de mejoramiento de autofecundación artificial y polinización cruzada natural. se utilizó el método estadístico “t” diferencias entre medias poblacionales, con una prueba de confiabilidad del 95% , lo cual permitió concluir, que las variables de longitud de la mazorca, número de hileras por mazorca, y número de granos por hilera, son iguales no existen diferencias entre ambos métodos de mejoramiento, y entre las variables de diámetro de la mazorca, peso de la mazorca, peso del grano por mazorca, número de semillas en 100 gramos existen diferencias

significativas y altamente significativas, entre ambos métodos de mejoramiento.

- ❖ De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos de la semilla de los dos métodos de mejoramiento, fue 10.82 % de proteína correspondiente a la polinización cruzada natural, y 9.49 % de proteína, obtenida por autofecundación artificial.
- ❖ Se ha demostrado que la variedad se ha adaptado muy bien para el cultivo en la zona, debido a las condiciones climatológicas y edáficas favorables que posee dicha comunidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Debido que en esta zona de chocloca tiene como actividad económica la ganadería lechera, donde se siembra mucho maíz, es recomendable adelantar la siembra de esta variedad de maíz para el mes de octubre, si se cuenta con riesgo adicional y continuo, para evitar cruzamientos no deseados.
- ❖ También se debe tomar en cuenta la distancia prudente de unos 600 metros o más, de otras variedades de maíz, y retrasar de por lo menos, unos 20 días de la fecha de siembra programada, como ya se indicó esto para evitar las cruces indeseadas y así mantener la pureza varietal.
- ❖ Si se va a realizar mejoramiento de maíz, a través de autofecundaciones controladas, es importante tomar en cuenta aspectos como: el momento oportuno para el despunte o corte del jilote (flor femenina), el día y la hora para que el polen esté viable, para poder llevar con éxito una buena y adecuada autofecundación.
- ❖ Adquirir la mayor información y experiencia en esta clase de ensayos es importante para realizar y diferenciar los tipos de polinizaciones que se usan en el mejoramiento de maíz.