

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## CAPÍTULO I

### 1.- INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo muy remoto de miles de años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy en día su cultivo está muy esparcido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz.

Las razones que hacen del maíz un cultivo popular, son las siguientes: Su alto rendimiento, su contenido de nutrientes en forma concentrada, su fácil transporte, es fácil de cosechar, diversidad de variedades, se presta al uso tanto en la alimentación humana, animal, como en la industria.

En Bolivia constituye el cultivo más difundido y es el alimento básico de la población y principal materia prima para la industria de alimentos balanceados para aves y ganado en general.

Las regiones de cultivo de maíz en Bolivia están concentradas en el trópico bajo (200-900 msnm), Sub-trópico (1000-1600 msnm), Chaco sub-andino (200-1500 msnm), Laderas y valles interandinos (1700-3000 msnm) y en las orillas del lago Titicaca hasta 3800 msnm.

Las variedades de maíces bolivianos son el resultado de millares de años de selección para la adaptación medio ambiental y culinaria. Los contrastes de clima y de suelo constituyen la principal característica del territorio de Bolivia. Las civilizaciones de los habitantes en este territorio que más aportaron a la diferenciación de las razas actuales de maíz fueron aquellas de los pobladores Aymaras en el oeste, los Saucos en el centro y los Yamparas en el sur (Gonzalo Ávila Lara 2008).

En el Valle Central de Tarija, se presentan áreas ecológicas muy diferentes existiendo una amplia riqueza genética de maíz que es necesaria aprovecharla, prevalecen en dichas regiones maíces de tipo morocho y los harinosos con una gran variabilidad en

el tipo de grano, forma, color y algunos con amplia capacidad de adaptación a las diferentes condiciones ambientales.

Los maíces criollos están adaptados a nuestro ambiente y soportan sequías, suelos pobres y enemigos naturales y sobre todo porque las variedades criollas son la base genética para producir líneas de maíces, por lo que debería de ponerse mayor atención a la conservación de las variedades criollas y no solo pensar en producir cantidades masivas de maíces híbridos, las cuales no pueden ser guardadas para futuras siembras. Además el alto costo de las semillas híbridas es otro factor determinante que influye mucho en la producción de granos, ya que en la actualidad existen semillas con precios sumamente altos que en muchas ocasiones no están al alcance de los pequeños productores.

Tomando en cuenta estos aspectos se propuso realizar la caracterización de una variedad criolla de maíz en su primer ciclo de selección, con fines de su inscripción al Registro Nacional de Variedades, mismo que establece como requisito indispensable para dicha inscripción como variedad, su descripción varietal conforme a protocolos armonizados internacionalmente.

El objeto del Registro Nacional de Variedades es establecer un ordenamiento general de las variedades de semillas utilizadas en el país y de aquellas que por una u otra razón, no reúnan las características establecidas para su cultivo.

La caracterización fue formulada con base a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (directrices de examen) emitidas por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), dichas Directrices de Examen tienen por fin desarrollar determinados principios, con el fin de proporcionar orientaciones prácticas detalladas para llevar a cabo el examen DHE de manera armonizada y, en concreto, determinar los caracteres adecuados para el examen DHE y la producción de descripciones armonizadas de las variedades. El examen da lugar a la descripción de la variedad, mediante sus caracteres pertinentes (por ejemplo, altura de la planta, forma de la hoja, época de floración), mediante los cuales puede definirse como variedad.

El presente trabajo de Caracterización de la variedad criolla de maíz Morocho-Romano en su primer ciclo de selección, se realizó en el Programa de Certificación de Semillas, correspondiente a la unidad de semillas del INIAF. y la Universidad Juan Misael Saracho, tiene la finalidad de caracterizar la variedad criolla de maíz según lo establecido en los formularios de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), para que en última instancia y luego de sucesivos ciclos de selección se pueda solicitar la inscripción de la variedad en el Registro Nacional de Variedades y de esta manera ofrecer a los productores de maíz una variedad bien definida y que pueda diferenciar fácilmente dentro de las variedades que cultiva.

### **1.1.- PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DIRIGIDO**

Existen en las comunidades de nuestro departamento semillas de variedades criollas, adaptadas a las condiciones agroecológicas de la región, mismas que son manejadas con la tecnología y conocimiento ancestral. A través de los años de producción estas variedades van sufriendo un proceso de deterioro y reducción de su rendimiento en campo.

Es por eso que estas variedades deben ser caracterizadas y mejoradas para obtener semilla de alta calidad, y finalmente solicitar la inscripción en el Registro Nacional de Variedades para que se controle su calidad a través de la certificación vigente en el país.

Tomando en cuenta que el INIAF está en proceso de inscribir nuevas variedades de maíz al Registro Nacional de Variedades, para zonas del Chaco, Trópico, Sub Trópico, Llanura Oriental y Valles, se necesita registrar dichos materiales en las diferentes zonas mencionadas, es por esta razón que se planteó el presente trabajo, tomando en cuenta la demanda de los productores, por la falta de semilla de variedades criollas de maíz en el mercado.

Dicho trabajo consiste en la caracterización en el primer ciclo de selección de la variedad criolla de maíz Morocho - Romano, el mismo que se llevara a cabo en el Programa de Certificación de Semillas, correspondiente a la unidad de semillas del INIAF Tarija, de manera que luego de realizarse la descripción de la variedad, se pueda continuar con las pruebas de identidad varietal y valor agronómico. Para que

los resultados de dichas pruebas sean enviados a la Unidad de Coordinación a fin de realizar la inscripción de la variedad en el Registro Nacional de Variedades.

## **1.2.- CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO (INIAF)**

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) es una institución descentralizada de derecho público, con personería jurídica propia, autonomía de gestión administrativa, financiera, legal y técnica, con patrimonio propio, bajo la tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, creada mediante D.S No 29611 del 25 de junio de 2008.

En el marco del Decreto Supremo 29611, el INIAF es la autoridad competente y rectora del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), que tiene los roles de generar tecnologías, establecer lineamientos y gestionar las políticas públicas de innovación agropecuaria y forestal, con la finalidad de contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria, en el marco del dialogo de saberes, la participación social, y la gestión de los recursos genéticos de la agro biodiversidad como patrimonio del estado.

El INIAF es referente nacional e internacional en innovación agropecuaria y forestal, con un modelo de gestión fortalecido e institucionalizado, por la generación y desarrollo de innovación y tecnologías, gestión de políticas públicas y de saberes la provisión de servicios accesibles y de calidad, para beneficio de productoras y productores agrícolas, pecuarios y forestales y la sociedad boliviana en su conjunto.

En atención al DS. 29611 de creación del INIAF, se le confieren las siguientes funciones:

Dirigir, realizar y ejecutar procesos de Investigación, innovación, asistencia técnica, apoyo a la producción de semillas, recuperación y difusión de conocimientos, saberes, tecnologías y manejo y gestión de recursos genéticos.

Regular, normar y supervisar toda actividad de investigación pública y privada en temas relacionados, de manera directa o indirecta, con los objetivos del INIAF.

Administrar el Sistema nacional de recursos genéticos, agrícolas, pecuarios, acuícolas y forestales, bancos de germoplasma y centros de investigación.

Articular y coordinar el trabajo con todos los actores sociales e institucionales del sector público y privado involucrados en el ámbito de intervención del INIAF a nivel nacional, departamental, regional y local.

Articular el ámbito académico y/o de investigación con las políticas productivas priorizadas en el Plan Nacional de Desarrollo, a través de la suscripción de convenios y otros mecanismos.

Vincular las necesidades de innovación de los actores locales con las prioridades nacionales a través de la construcción de demandas convergentes, en el marco de los objetivos del INIAF.

Prestar servicios de certificación y fiscalización de semillas, registros de variedades, obtentores y otros, en el ámbito de la investigación agropecuaria, forestal y semillero.

Gestionar y administrar los recursos económicos para el cumplimiento de sus objetivos.

Fijar de forma anual el arancel que debe cobrar el INIAF por los servicios que preste.

Otras que le sean asignadas en el marco de su competencia.

### **1.3.- OBJETIVOS**

#### **1.3.1.- OBJETIVO GENERAL**

- Caracterizar la variedad criolla de maíz Morocho Romano, según descriptores de la UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales) en su primer ciclo de selección, en la comunidad de Piedra Larga.

#### **1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las características fenotípicas de la planta en sus diferentes estados fisiológicos.
- Verificar si existe variación genética dentro de la población de plantas en la parcela en estudio.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Origen e importancia del maíz

El maíz fue una de las primeras plantas cultivadas hace 7,000 ó 10,000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano, proviene de algunos lugares arqueológicos en México, donde algunas pequeñas mazorcas, estimadas en más de 5,000 años, fueron encontradas en cuevas de habitantes primitivos (Paliwal, R. L., 2001).

El maíz cultivado es una planta completamente domesticada y el hombre y el maíz han vivido y han evolucionado juntos desde tiempos remotos. El maíz no crece en forma salvaje y no puede sobrevivir en la naturaleza, siendo completamente dependiente de los cuidados del hombre (Dowswell, Paliwal y Cantrell, 1996).

El maíz tiene alto potencial para producción de carbohidratos por unidad de superficie, por día. Es el segundo cultivo del mundo por su producción, el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y, el segundo después del trigo en producción total. Este cultivo, es de gran importancia económica a nivel mundial, ya sea como alimento para humanos, para el ganado o, como fuente de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3 800 msnm en la cordillera de los Andes. Más aún, el cultivo continúa a expandirse a nuevas áreas y a nuevos ambientes. (Paliwal, R. L., 2001).

Globalmente, el maíz se cultiva en más de 140 millones de hectáreas con una producción anual de más de 580 millones de toneladas métricas. El maíz tropical se cultiva en 66 países y es de importancia económica en 61 de ellos, cada uno de los cuales siembra más de 50 000 hectáreas con un total de cerca de 61,5 millones de



hectáreas y una producción anual de 111 millones de toneladas métricas. El rendimiento medio del maíz en los trópicos es de 1 800 kg/ha comparado con una media mundial de más de 4 000 kg/ha. El rendimiento medio del maíz en las zonas templadas es de 7 000 kg/ha (CIMMYT, 1994).

En Bolivia los principales departamentos productores de maíz son: Santa Cruz, Chuquisaca, Cochabamba y Tarija. La producción de maíz en el departamento de Tarija está definida por tres zonas: el Valle Central, la región Sub Andina y la zona chaqueña con una superficie aproximada de 40.000 hectáreas.

El maíz tiene usos múltiples y variados. Es el único cereal que puede ser usado como alimento en distintas etapas del desarrollo de la planta. Las espigas jóvenes del maíz cosechado antes de la floración de la planta son usadas como hortalizas. Las mazorcas tiernas de maíz dulce son un manjar refinado que se consume de muchas formas. Las mazorcas verdes de maíz común también son usadas en gran escala, asadas o hervidas, o consumidas en el estado de pasta blanda en numerosos países. La planta de maíz, que está aún verde cuando se cosechan las mazorcas o las mazorcas verdes, proporciona un buen forraje. Este aspecto es importante ya que la presión de la limitación de las tierras aumenta y son necesarios modelos de producción que produzcan más alimentos para una población que crece continuamente (Paliwal, R. L., 2001).

## **2.2. Origen del maíz en Bolivia**

Sobre el origen del maíz en Bolivia se cuentan dos versiones importantes. 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. Esta versión es corroborada por Escobar Fernando que dice lo siguiente: “Más de 50 años de investigaciones sobre el tema, le permiten al investigador antropólogo argentino Dick Ibarra Grasso, hablar con gran seguridad y sostener que el maíz no tiene origen mexicano, como se creía, pues los datos más antiguos que se tienen sobre la presencia de este cereal en ese país se remontan a 5.000 años, cuando los últimos

descubrimientos en Sudamérica sobrepasan los 8.500 años de antigüedad. Estas plantas tenían características distintas a las del maíz actual, pues se trataba de un pasto silvestre que los indígenas ataban en la parte superior con la finalidad de que las semillas cayeran al pie de la planta, donde las recolectaban, las sometían a la acción del calor en ollas de cerámica y estallaban como las actuales pipocas, forma en que eran consumidas. Como no venían en forma de mazorca, nadie se da cuenta que se trata de maíz” (Dick Ibarra, citado por Escobar: 1999).

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. 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 precerámicos. En Bolivia se ha encontrado residuos de mazorcas de maíces de diferentes épocas especialmente en los valles de Cochabamba, estas muestras tienen un raquis extremadamente delgado de una mazorca de cuatro hileras con granos similares a los reventones o pisankallas actuales. El maíz habría cruzado el istmo de Panamá, hace unos 7000 años (5000 años a.C), pasando primeramente por Colombia y luego por la costa ecuatoriana, luego a la sierra peruana hasta llegar a la sierra boliviana hace unos 5000 años (3000 años a.C)” (Ávila G. L., 2008).

### **2.3. Utilización del maíz en Bolivia**

El maíz grano es la principal fuente de la alimentación humana en América. En Europa este lugar lo ocupa el trigo y en Asia, el arroz. En el conjunto mundial, el maíz, como fuente para la alimentación humana, ocupa el segundo lugar, después del trigo.

De la industrialización del maíz se obtienen importantes subproductos utilizados como materias primas industriales, así como para la alimentación humana y del ganado.

En Bolivia su forma de utilización varía de acuerdo de una zona a otra. Entre los más importantes de estos están el “maíz tostado” o “cancha” (prefiriéndose las variedades chuspillu y el checchi), el “choclo” (maíz verde), el mote (maíz hervido), la “chicha” y la harina de maíz, que se usa para preparar un plato especial, el Tojori (“mazamorra”) y el “Api”. En ambos casos agregan azúcar y especias. Para preparar el tojori prefieren las variedades Checchi y Chuspillu y para preparar el api, la variedad Kulli. La “mazamorra morada” la preparan con el kulli purpura. El kulli es una variedad precoz que también es utilizada para hacer chicha. (CIPCA, 2012).

En el Valle central de Tarija aparte se preparan algunos alimentos característicos de la región, como las “chirriadas” que se preparan del maíz amarillo, las “humintas” que se preparan del maíz Hualtaco, las “masitas” donde un ingrediente importante es la harina de maíz Chaparrita, los “tamales” que se preparan con la harina de maíz Pisankalla y el “pan de maíz” que es elaborado principalmente en el área rural de la región.

#### **2.4. Taxonomía**

El maíz pertenece al grupo de las fanerógamas (plantas con flores), teniendo un tipo de división espermatofitas (reproducción por semilla); la subdivisión es angiospermas (plantas con óvulos encerrados en el ovario). (Aguilar y Rendón, 1983).

Reino:	Plantae
División:	Espermatofitas
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Gramineas
Subfamilia:	Panicoideae
Género:	Zea

Especie: Mays

## **2.5. Descripción Botánica**

### **2.5.1. Raíz**

El maíz presenta una planta de gran vigor, cuyas raíces fasciculadas poseen una gran potencia y un rápido desarrollo alcanzando profundidades que varían desde pocos centímetros hasta un metro.

Todo el sistema radical de la planta adulta es adventicio y en la mayoría de las variedades brota de la corona un cuerpo cónico con el ápice hacia la parte inferior, formado por 6 a 10 entrenudos muy cortos. La forma y desarrollo del sistema radical varía de manera considerable según las condiciones ambientales (Feldman, 1994).

### **2.5.2. Tallo**

El tallo central del maíz es un eje que alcanza a menudo 4 metros de altura, formado por nudos y entrenudos cuyo número y longitud varían notablemente. La parte inferior y subterránea del tallo, llamada corona, tiene entrenudos muy cortos de los que salen las raíces principales y los tallos o brotes laterales.

### **2.5.3. Hojas**

Las hojas del maíz son similares a las de otras gramíneas y está constituida de vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hacia la base, que sale de la parte superior del nudo; el cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta. La lámina es una banda angosta y delgada hasta 1,5 metros de largo por 10 cm. De ancho, que termina en un ápice muy agudo. Las hojas son alternas y paralelinervias. El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc (Ortas L. 2008).

### **2.5.4. Inflorescencia**

Las flores tanto masculinas como femeninas residen en la misma planta pero en sitios separados. Las flores masculinas aparecen en la extremidad del tallo y están agrupadas en panículas. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas

y están agrupadas en una espiga compacta protegida por las hojas transformadas que en la mayoría de los casos la cubren por completo. A esta espiga suele llamársele mazorca y presenta en su extremo superior largos estilos en forma de pincel que reciben el nombre de barbas o sedas. La mazorca o fruto está formada por una parte central llamada zuro, donde se adhieren los granos de maíz en número variado por cada mazorca. El zuro o corazón de la mazorca, representa del 15 al 30% del peso de la espiga. La fecundación de las flores femeninas puede suceder por el polen de los penachos de la misma planta o de otras plantas. La apertura de la flor es una respuesta a los cambios temporales, la temperatura y la presión atmosférica influyen mucho en la aceleración de dicho proceso (Salisbury y Ross, 1992).

Cada flor fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso o zuro. El número de granos y de filas de la mazorca dependerá de la variedad y del vigor del maíz (Ortas L. 2008).

#### **2.5.5. Granos**

El grano de maíz, como el de los cereales en general, está formado por tres partes con caracteres biológicos, histológicos y nutritivos diferentes que son: el pericarpio o envoltura del grano que consta del epicarpio, mesocarpio y endocarpio.

El endospermo, rodeado por la capa de aleurona o capa proteica que contiene el pigmento en los cultivares de color. El embrión que consta de células alargadas y una estructura microscópica semejante al germen del trigo, contiene proporciones semejantes de grasas e hidratos de carbono y un alto contenido proteico.

#### **2.6. Fisiología de la planta**

El maíz es el cereal más eficaz como productor de grano. Contribuyen a ello varios factores: gran tamaño de la planta, dotada de un área foliar muy considerable, con un tallo fuerte y alto, sistemas de raíces abundantes y tejido vascular (conductor) amplio y eficiente.

Como afirman S. R. Aldrich y Earl R. Leng, en su libro “Producción Moderna de Maíz”; La planta de maíz es uno de los mecanismos más maravillosos que posee la naturaleza para almacenar energía.

### **2.6.1. La semilla y el embrión**

El grano de maíz maduro está compuesto por tres partes principales: la cubierta de la semilla o pericarpio, el endosperma amiláceo y el embrión, que llegara a ser una nueva planta. Cada una de estas partes tiene una constitución hereditaria distinta: el pericarpio está formado totalmente por tejido procedente de la planta madre, que produjo la semilla; el endosperma hereda dos tercios de la planta madre y un tercio del padre, y el embrión recibe una contribución igual de ambos padres.

Cada una de las tres partes del grano cumple una función definida. El pericarpio protege la semilla, tanto antes como después de la siembra, limitando o impidiendo la entrada de hongos o bacterias que podrían invadir el grano. Si el pericarpio resulta dañado, tal vez la germinación de la semilla se torne más lenta, pues los organismos patógenos pueden invadir la semilla en germinación y utilizar las reservas almacenadas antes del afianzamiento de la plántula. Por esta razón, una semilla sana, con poco o ningún daño en sus cubiertas, resulta importante para la buena implantación y vigor de las plántulas (López B. L. 1991).

El endosperma es la principal reserva energética del grano. La función principal del endosperma consiste en proporcionar alimento energético a la planta joven hasta que sus raíces estén bien afianzadas y sus hojas puedan elaborar sustancias energéticas (carbohidratos) en cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos de la vida y el crecimiento.

El embrión del grano está formado por dos partes principales: el eje embrionario o planta nueva, y el escutelo, que constituye una gran reserva de alimentos para la plántula en crecimiento. En el grano maduro, el eje embrionario es una plántula, esbozo embrionario de cinco a seis hojas, y una radícula o porción semejante a una raíz en miniatura. Por lo tanto, en la semilla en reposo se encuentran ya formadas las partes que habrán de convertirse en una nueva plántula, y la naturaleza de esta aparece ya determinada en gran medida en la semilla totalmente desarrollada del cultivo anterior. El escutelo contiene un alto porcentaje de aceite y gran cantidad de sustancias activas e importantes en las etapas iniciales de la germinación y el crecimiento (López B. L. 1991).

### **2.6.2. La germinación y el afianzamiento de las plántulas**

Comúnmente el grano de maíz se siembra en un suelo húmedo y cálido, que permita el rápido comienzo de la germinación. Cuando la semilla se pone en contacto con la humedad, absorbe agua a través de la cubierta y el grano comienza a hincharse. Los cambios químicos activan el crecimiento del eje embrionario si las condiciones siguen siendo favorables, la radícula se alarga y sale de la cubierta en dos o tres días. Poco después, también la plúmula comienza a alargarse y se inicia la formación de nuevas hojas dentro de esta parte de la plántula (llamada coleoptilo después que sale de la semilla).

Después de la primera raíz aparecen rápidamente varias otras llamadas raíces seminales o de la semilla, que sirven para afirmar la plántula y para absorber agua y sustancias nutritivas. Pero estas raíces no constituyen un sistema permanente; el sistema radical principal surge posteriormente, por encima del primero, originándose en la corona de la planta en crecimiento (López B. L. 1991).

Entre el punto de inserción de la semilla y la corona aparece un trozo tubular, de color blanco, semejante a un tallo, que es el mesocotilo. Cuando se siembra a una profundidad media de 5 a 8 cm, el mesocotilo se alarga hasta llegar más o menos a la mitad de la distancia que lo separa de la superficie. El alargamiento del coleoptilo cubre la distancia cubre la distancia restante, y hace que las partes foliares salgan de la tierra.

El coleoptilo brota entre seis y ocho días después de la siembra. Tan pronto alcanza la luz, se rompe la parte superior y se despliegan dos hojas verdaderas, en rápida sucesión. En buenas condiciones de crecimiento salen del verticilo algunas otras hojas, abriéndose a una velocidad aproximada de una hoja cada tres días. En consecuencia, entre 15 y 18 días después de la siembra, la nueva plántula deberá estar bien afianzada, con cinco o seis hojas desplegadas (López B. L. 1991).

### **2.6.3. Desarrollo vegetativo**

Una vez afianzada, la planta de maíz inicia la formación del sistema radicular y la estructura foliar, que utilizara posteriormente para producir la inflorescencia y el

grano. En condiciones normales, todas las hojas de la planta se forman durante las primeras cuatro o cinco semanas de su crecimiento.

Las hojas nuevas se producen en un único punto de crecimiento, situado en el ápice del tallo. En realidad, durante gran parte de las tres a cuatro primeras semanas posteriores a la siembra, esta parte se encuentra bajo la superficie o cerca de ella. A medida que la planta crece, y hasta poco antes del surgimiento de la panoja, aparecen hojas “nuevas”, que se han formado dentro de la planta durante el periodo de crecimiento vegetativo (López B. L. 1991).

El sistema radicular se desarrolla rápidamente durante esta etapa de crecimiento. Las raíces seminales pierden pronto su importancia y el sistema radicular permanente, que comienza a formarse desde la corona, sostiene y nutre a la planta joven. La profundidad de siembra tiene solo una ligera influencia sobre la profundidad de salida del sistema radical principal. Las raíces primarias continúan hundiéndose y ramificándose, mientras que se forman sucesivas raíces adicionales en los nudos del tallo por encima de la corona. Estos nudos que producen raíces debajo de la tierra se corresponden con los nudos situados encima, que originan hojas. Cuando la planta de maíz alcanza la altura de la rodilla de una persona, las raíces se han extendido hasta la mitad del entresurco y han penetrado hasta unos 46 cm de profundidad.

Por lo común, después del surgimiento de la panoja, de los nudos inferiores brotan verticilos radicales que penetran en el suelo. Las raíces nodales se ramifican abundantemente en la tierra, y de esta manera el suelo queda provisto de raíces nutricias en una zona que quizá tenga pocas raíces activas en etapas posteriores de la estación.

El aspecto más importante de dicho periodo es su relación con la fecha de maduración de la planta. Si el primer crecimiento es lento, se retrasaran la salida de la panoja, la floración y la maduración del grano (López B. L. 1991).

#### **2.6.4. Iniciación de la panoja y de la espiga**

Cuando la planta ha completado la diferenciación del número total de hojas, la función del punto de crecimiento sufre un cambio fundamental y repentino. En



condiciones normales de crecimiento, esto ocurre unos 30 días después de la siembra. En este momento, la altura de la planta alcanza a la rodilla de una persona. El punto de crecimiento se encuentra en el nivel del suelo. Exteriormente se podrán observar de ocho a diez hojas, si ninguna de ellas se ha muerto o se ha roto.

El punto de crecimiento, que hasta este momento ha presentado forma circular o hemisférica se alarga hasta formar un cilindro de ápice redondeado. Esta transición, que demora solo dos o tres días, se continúa con la aparición de bultos diminutos a los costados del punto de crecimiento. En pocos días, la panoja embrionaria se ha desarrollado lo suficiente como para ser reconocible. A esta altura, los entrenudos inferiores del tallo comienzan a alargarse con mucha rapidez. La planta comienza una etapa de crecimiento vertical extremadamente veloz que exige al sistema radical una gran actividad para suministrar agua y sustancias nutritivas. En este periodo las raíces crecen con rapidez y pronto llenan la mayor parte del espacio disponible en la zona radicular del suelo. La espiga diminuta comienza a formarse al costado del punto de crecimiento, apenas una semana o diez días después de iniciada la panoja. La espiga principal del maíz se origina en el ápice de una ramificación lateral, situada aproximadamente en el sexto nudo por debajo de la panoja. En realidad, cinco o seis nudos más abajo, el de la espiga forma espigas rudimentarias; a menudo, en bajas densidades de población, una de estas produce mazorca y grano, lo que no suele ocurrir en densidades altas (López B. L. 1991).

A partir de la iniciación de la panoja la planta de maíz necesita normalmente de cinco a seis semanas para llegar a la etapa de liberación del polen y alargamiento de los estilos. Durante este periodo, el tamaño de la planta aumenta a gran velocidad. La iniciación de la panoja se produce cuando la planta tiene una altura de unos 38 a 46 centímetros. En este momento ya han comenzado a formarse todas las hojas, pero el crecimiento principal del tallo, sus hojas y las partes florales se produce mientras se están formando dentro de la planta los órganos florales (panoja y espiga). Cuando surge la panoja, y puede verse el ápice del vástago correspondiente a la espiga, comienza a disminuir la velocidad de crecimiento de la planta y se inician las etapas

finales de preparación para la floración. Aproximadamente una semana antes de la liberación del polen, todos los entrenudos, excepto los dos o tres superiores, ya tienen su largo total y la planta ha alcanzado su altura definitiva. En los días previos a la liberación del polen y al alargamiento de los estilos, la planta utiliza la mayor parte de su energía en la producción de polen maduro y en la formación de las estructuras de la mazorca y de la espiga. Dentro del mecanismo de control de la planta, en esta etapa, la formación de la panoja y del polen tendrían prioridad sobre la de la espiga y los estilos. De esta manera, la función de la panoja y la liberación del polen tienen menores probabilidades que la formación de la espiga y el desarrollo de los estilos de verse perjudicadas por condiciones desfavorables. Uno o dos días antes de comenzar la liberación de polen los entrenudos superiores se alargan rápidamente y empujan a la panoja fuera de la masa foliar.

Esta etapa, especialmente las tres últimas semanas, es el periodo más expuesto para el desarrollo de la planta de maíz. Los elevados requerimientos de principios nutritivos, agua y de productos “constructivos” del metabolismo hacen que en esta etapa cualquier deficiencia o defecto de funcionamiento sean particularmente serios. Además, en este momento, el daño causado al polen o a la estructura de la espiga tiende a ser de carácter permanente y con pocas probabilidades de recuperación, incluso en condiciones favorables. Esta es la época en que la deficiencia de nutrimentos o de agua, el daño ocasionado por los insectos y la superpoblación causan los mayores trastornos (López B. L. 1991).

#### **2.6.5. Floración (liberación del polen y emergencia de los estilos)**

Al concluir los preparativos para la floración, la planta dirige la mayor parte de sus energías y funciones hacia su principal tarea: la producción de granos en una espiga. El primero de los pasos finales en este proceso es la floración: el estado funcional para el que se formaron la panoja y la espiga.

La liberación del polen y el alargamiento de los estilos por lo general tienen lugar en los días más cálidos de la estación de crecimiento. A esta altura ha concluido el principal crecimiento vegetativo de la planta. Sin pérdida de tiempo se produce la salida de las partes florales, el polen completa la fecundación de los estigmas y

comienza a formarse el grano, mientras que la planta desarrolla todas sus actividades con una velocidad y capacidad máximas (López B. L. 1991).

La panoja es la estructura floral masculina de la planta de maíz. La única función de la panoja consiste en producir grandes cantidades de polen para fecundar a las estructuras femeninas (espigas). En su evolución, la planta de maíz ha desarrollado hábitos de polinización que aseguran, casi siempre, polen suficiente para los todos los estilos expuestos.

En la mayoría de los tipos de maíz, la liberación del polen no comienza inmediatamente después que la panoja sale del verticilo foliar. Por lo común, una semana o diez días antes de la aparición de los estilos se ve el ápice de la panoja. Esta sale de las hojas que la envuelven y se expande por completo antes de liberar el polen. Los granos de polen son producidos en gran cantidad en cada una de las anteras. Estas salen de las glumas que las envuelven, comúnmente de mañana temprano hasta la media mañana, después que se ha secado el rocío de las panojas.

Las anteras se abren y liberan su polen al viento, que a menudo lo transporta a una distancia considerable. Si la dehiscencia de las anteras es buena y oportuna, una planta puede suministrar polen suficiente para varias espigas. La liberación de polen dura varios días comúnmente entre cinco y ocho y alcanza su máxima producción alrededor del tercero. En la producción de maíz, la escasez de polen difícilmente constituye un problema, excepto en condiciones de calor o sequía extremos que pueden dañar un gran porcentaje de inflorescencias, o en el caso accidental de que la esterilidad genética impida la formación de polen. La cantidad de polen producido casi nunca es un factor que limite el rendimiento de grano (López B. L. 1991).

La espiga de maíz, o estructura floral femenina, es un órgano sin igual en el reino vegetal. Ningún otro cultivo importante produce grano en una ramificación o ramificaciones laterales. La espiga está constituida por un grupo cilíndrico de flores femeninas, cada una de ellas capaz de producir un grano si es polinizada en el momento adecuado. En una espiga bien formada hay entre 750 y 1000 granos potenciales (“óvulos”) dispuestos alrededor de la mazorca en un número uniforme de hileras. Cada

uno de estos óvulos produce un tubo largo y delgado, el estilo, que recibe el polen y conduce el contenido del grano de polen hasta la flor femenina en la mazorca.

Los primeros estilos producidos en una planta salen de las brácteas envolventes, dos o tres días después de iniciada la liberación del polen. En condiciones favorables de crecimiento, todos los estilos surgirán y estarán listos para la polinización en un periodo de tres a cinco días, de manera que haya tiempo suficiente para completar la polinización antes que la panoja detenga la liberación del polen. 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, produce un tubo polínico que crece, descendiendo por el canal del estilo y penetra en la flor femenina.

La polinización es una etapa sumamente expuesta en la vida de la planta de maíz. En ella los fracasos o problemas tienen importantes consecuencias sobre el rendimiento, pues un grano que no comienza en ella su formación, no puede iniciarla más tarde, y porque una espiga que no está bien formada y totalmente polinizada no podrá alcanzar un tamaño normal en la madurez (López B. L. 1991).

#### **2.6.6. Desarrollo y maduración del grano**

La unión del núcleo espermático masculino, proveniente del tubo polínico, con el huevo femenino y los núcleos polares pone en marcha la formación del grano embrionario de maíz. Esta unión, llamada fecundación, tiene una doble naturaleza en cada estructura femenina. Como ya hemos visto, produce dos partes del grano en formación: el embrión, que se transformará en la nueva planta, y el endosperma amiláceo, que sirve como reserva alimenticia. Ambos están recubiertos por el pericarpio (cubierta de la semilla), formado totalmente por tejidos de la planta madre.

En los primeros días no se producen cambios visibles en la espiga fecundada, aunque los estilos se marchitan y toman un color castaño. A la semana, aparecen sobre la mazorca unas vejigas acuosas, que son los granos en formación. Durante las dos semanas siguientes, los granos crecen muy rápidamente, el embrión toma forma dentro de ellos y la mazorca, sobre la que se encuentran, se desarrolla hasta alcanzar

su longitud y diámetro definitivos. En esta etapa, la planta se dedica casi exclusivamente a llenar la mazorca y a iniciar el almacenamiento de alimento en los granos. Al final de la tercera semana posterior a la polinización, los granos se llenan de una sustancia lechosa, casi fluida, con gran cantidad de azúcares, pero que contiene los principios de cuerpos formadores de almidón y proteínas. Esta etapa se denomina “tostado de la espiga” (López B. L. 1991).

Desde este momento hasta cerca del final de la quinta semana, las sustancias contenidas en el grano sufren un cambio profundo. Alrededor del día 40 después de la fecundación, se puede observar, a través del grano, una banda definida que separa la zona amilácea en maduración de la región lechosa inferior, donde se continúan depositando sustancias de reserva: aumenta la materia seca mientras se registra el correspondiente descenso de humedad. Hacia el final de la séptima semana de formación del grano, el embrión ha alcanzado casi su tamaño final, disminuye la velocidad de almacenamiento de alimentos y el grano se aproxima a la madurez.

Ya se ha fijado la cantidad de espigas y de granos por espiga. Sin embargo, un serio déficit de humedad, la escasez de nutrimentos, las enfermedades u otras condiciones adversas, impedirán que se llenen o no los granos superiores de la espiga, incluso aunque hayan sido polinizados. Por otra parte, las condiciones de humedad y fertilidad excepcionalmente favorables hacen que el grano se llene de una manera óptima, lo que produce un rendimiento de grano más alto que el esperado. Por lo tanto, las condiciones en este periodo determinan el tamaño del grano, mientras que en las etapas anteriores de crecimiento determinan principalmente el número de espigas y de granos (López B. L. 1991).

#### **2.6.7. Maduración y secado**

Hacia el final de la octava semana después de la polinización el grano de maíz ha alcanzado su peso seco máximo y puede ser considerado fisiológicamente maduro. También la planta ha alcanzado su peso seco total máximo. Si las heladas o las enfermedades matan a la planta antes que alcance la madurez fisiológica, el grano no se llena completamente y se interrumpe el proceso de maduración y secado.

Hasta este momento, el grano ha aumentado su peso de materia seca, como resultado del proceso de almacenamiento de almidón que ha continuado uniformemente desde la etapa de “tostado de la espiga”. Cuando finaliza el depósito de almidón, el grano se endurece, pasando desde la etapa de “masa blanda” por la de “masa dura”, hasta alcanzar un aspecto de madurez, a medida que decrece el contenido de humedad.

El grano solo alcanza el peso seco máximo cuando la humedad llega a un nivel inferior al 35 por ciento. Mientras no se alcanza esta etapa de madurez fisiológica, no se obtiene el rendimiento máximo (López B. L. 1991).

Desde este momento, la maduración de la espiga y del grano es solo un problema de pérdida de humedad. Si no se dispone de un buen sistema de secado y almacenamiento, el grano no está listo para la cosecha; desde el punto de vista biológico, no ha completado todavía su maduración. Con este contenido de humedad, aún está sujeto a la descomposición y debe secarse mucho más, para un almacenamiento libre de riesgos. De manera que los últimos días de permanencia de la espiga sobre la planta se dedican exclusivamente al secado, mientras que el grano está en una etapa de inactividad (López B. L. 1991).

## **2.7. Ecología**

El maíz a causa de su gran diversidad de tipos y ciclos es cultivado en una amplia gama de condiciones climáticas: climas tropicales, subtropicales y templados. El área principal de cultivo está situada entre las latitudes 30° y 55°, con una superficie limitada en las latitudes superiores a 47°. El maíz requiere una larga estación de crecimiento y clima cálido, no siendo posible su cultivo donde la media de temperaturas del pleno verano es inferior a 19 °C, o el promedio de la temperatura nocturna durante los meses de verano es muy inferior a 13 °C. La mayor producción tiene lugar donde la isoterma de los meses más cálidos varía entre 21 y 27 °C y la estación libre de heladas es superior a los 120-180 días.

En relación con sus necesidades hídricas, el maíz es cultivado en áreas donde la precipitación anual varía de 250 a más de 5000 mm. La cantidad de agua utilizada por

el maíz fluctúa, normalmente, entre 410 y 640 mm, aunque algunos estudios establecen cantidades más bajas como 300 mm, y más altas, como 840 mm. Se considera que una lluvia de verano de 150 mm, es el límite aproximado más bajo para la producción de maíz sin riego. En los climas áridos la producción del maíz es limitada sin riego (López B. L. 1991)

Con respecto a la luz, este es un factor que influye en la transpiración, que es mayor en plena luz que en la oscuridad, y en la consistencia de los tejidos que es también mayor en las plantas que crecen aislados o bien iluminados. De las plantas cultivadas, el maíz es una de las que mayor cantidad de luz solar aprovecha para la formación de almidón, la formación de la clorofila y la actividad de esta, fuera de la luz desaparece la clorofila, disminuyendo la asimilación del carbono y por lo tanto la formación de la materia orgánica (PROCISUR, 1995).

El fotoperiodo también puede afectar el tiempo requerido por la floración. El maíz es clasificado como una planta cuantitativa de día corto. La mayoría de los cultivares tropicales son sensibles al fotoperiodo, pero la extensión de esta sensibilidad varía enormemente de 1 a 12 días de atraso en la antesis por cada hora de extensión de la duración del día (FAO, 2001).

## **2.8. Recursos genéticos**

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie única: por la gran diversidad genética de la planta, de la mazorca y del grano; por su adaptación a gran rango de ambientes; por su resistencia a enfermedades e insectos; por su tolerancia a distintos estreses ambientales, por sus múltiples usos como alimento humano o animal y por la gran variedad de productos que se obtienen de esta especie. El maíz apareció entre los años 8 000 y 5 000 a.C. Ha evolucionado por selección natural, por la selección dirigida por los agricultores mejoradores durante miles de años y por los mejoradores profesionales en los últimos 150 años. Existen aún una serie continua de tipos de plantas que van desde sus antecesores salvajes a razas más avanzadas, cultivares mejorados y mantenidos durante generaciones por los agricultores y las variedades

mejoradas de polinización abierta con una base genética amplia, obtenidas profesionalmente (Paliwal, R. L. 2001).

### **2.9. Aspectos que ocasionan la pérdida de materiales de maíz criollo**

Existen muchos factores que influyen en la pérdida de maíces criollos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- El mercado ha hecho que el agricultor se interese más por producir granos para tener dinero y no para tener seguridad alimentaria. Así es como se cultiva variedades híbridas mejoradas y contaminantes del ambiente que a su vez no pueden almacenarse para posteriores siembras debido a la segregación que presentan en las posteriores generaciones.
- El estado y la empresa privada son quienes producen el conocimiento, llegan a las comunidades a enseñar las nuevas tecnologías, que son las de cambiar las semillas criollas por semillas mejoradas, desconociendo el sistema de vida y formas de producción.
- El mercado ha hecho que los circuitos y redes locales de intercambio de semillas se pierdan y de esta manera el conocimiento y las semillas criollas. Además, estas no se ofrecen en los mercados para ser cultivadas.
- Las variedades mejoradas de maíz en sus sistemas de monocultivo, con alto requerimiento de insumos y excelentes condiciones ambientales tienen altos rendimientos, lo que produce ventajas para los empresarios vinculados al campo y las ciudades; más no para el pequeño productor, ya que en la mayoría de casos no tiene los recursos necesarios para invertir grandes cantidades de dinero en las siembras (SICA, 2001).

### **2.10. Importancia de la recuperación de variedades criollas de maíz**

Los maíces criollos están adaptados a nuestro ambiente y soportan sequías, suelos pobres y enemigos naturales y sobre todo porque las variedades criollas son la base genética para producir líneas de maíces, por lo que debería de ponerse mayor importancia a la conservación de las variedades criollas y no solo pensar en producir



cantidades masivas de maíces híbridos, las cuales no pueden ser guardadas para futuras siembras. Además el alto costo de las semillas híbridas es otro factor determinante que influye mucho en la producción de granos, ya que en la actualidad existen semillas con precios sumamente altos que en muchas ocasiones no están al alcance de los pequeños productores (SICA, 2001).

### **2.11. Mejora genética y variedades**

Posiblemente no exista otra planta que haya sido más estudiada que el maíz desde el punto de vista filogenético. De igual modo también es poco común la gran variabilidad genética que existe entre las diversas líneas y razas de maíz en el mundo. Un primitivo método de mejora fue llevado a cabo durante miles de años por los indios americanos, antes que los colonizadores europeos iniciaran sus asentamientos en el Nuevo Mundo. En el cinturón del maíz americano, el maíz dentado derivó del cruzamiento entre tipos vítreos del noreste y tipos dentados del sur, obtenido alrededor del año 1850 tras sucesivas selecciones. Las variedades de polinización abierta fueron desarrolladas por selección masal basada en las características de la planta, la mazorca y el tipo de grano. Posteriormente, desde finales del siglo XIX a principios del siglo XX, también fueron desarrolladas variedades de polinización abierta, utilizándose como procedimiento de mejora de hibridación varietal, la selección masal y la selección de mazorca por fila. Estos métodos no tuvieron gran éxito a efectos de la mejora del rendimiento, aunque en algunos casos la hibridación dio lugar a variedades que producían más que los parentales de más alto rendimiento, pero el procedimiento no fue aceptado ampliamente para el uso comercial. La cerrada selección realizada pudo haber causado alguna consanguinidad, la cual pudo ser la primera razón de que el incremento del rendimiento no se produjese. Sin embargo, los programas de selección si tuvieron éxito en producir numerosas razas que diferían en madurez, tipo de planta, tipo de mazorca y grano y resistencia a plagas (López B. L. 1991).

### **2.12. Mejoramiento de variedades criollas de maíz por Selección masal**

Uno de los métodos de mejoramiento genético es el de selección masal, según Pablo de Rodríguez (2006), este método se usa para conservar las variedades que ya existen

y para obtener otras nuevas. Consiste en seleccionar las mejores mazorcas y recoger su semilla para sembrar una nueva en la parcela, de la cual se vuelven a tomar los individuos más deseables, para obtener nuevamente la semilla y proseguir así, generación tras generación. Algo muy importante a tomar en cuenta es que esta selección es de carácter fenotípico.

La selección masal se puede realizar de dos formas:

a- Selección de variedades. En esta selección se debe escoger la variedad de maíz criollo que se quiera mejorar. Puede que en una zona hayan muchas variedades, por lo que hay que escoger de acuerdo a los siguientes criterios:

- Cantidad y alto rendimiento.
- Calidad de la semilla
- Por lo precoz de la variedad (López M, 1995).

b- Selección de campo.

En este método se seleccionan las mejores plantas. Las cuáles serán escogidas para obtener la semilla de siembra.

Para elegir la planta se debe esperar que estén en elote antes de la dobla, las características deseables en las plantas madres serán:

- Altura
- Sanidad
- Elote arriba de la parte media de la planta
- Caña gruesa
- Planta debe tener muchas hojas y estas deben ser anchas.
- Raíces con buen anclaje (Pablo de Rodríguez, 2006).

Según Poehlman (1987), de la selección en masa se escogen mazorcas basándose en las características de la planta y la mazorca; la semilla obtenida de dichas mazorcas se mezcla y se siembra en masa. Se considera a la mazorca como unidad de selección debido a la facilidad de su manejo, esto hace que aumente el número de tipos de variedades e incremente la variabilidad dentro de dichas variedades.

Por medio de la selección en masa se han obtenido muchas variedades de polinizaciones libres bien adaptadas y productivas. Debido a la diversidad genética dentro de las variedades fue fácil de cambiar la apariencia de una variedad, mediante selección continuada por caracteres visibles.

### **2.13. Uso de descriptores para caracterización**

Los recursos filogenéticos se conservan para utilizarlos, y ello es posible si se conocen sus características y sus posibles usos. Caracterizar consiste en describir sistemáticamente las características cualitativas como el hábito de crecimiento, la altura de la planta, el color de las flores y todos sus atributos cualitativos y cuantitativos. Estas características son de alta heredabilidad y no varían con el ambiente, la población de plantas a caracterizar debe representar la variabilidad genética total de la especie, de manera que permita observar y registrar las características que posee.

Los descriptores son las características mediante las cuales se podrá conocer el germoplasma y determinar su utilidad potencial. Deben ser específicos para cada especie. Muchos atributos pueden describir un material, pero los caracteres realmente útiles son aquellos que se pueden detectar a simple vista, alto valor taxonómico y agronómico que se puede aplicar a muestras pequeñas y permita diferenciar una característica de otra, ese conjunto debe constituir la lista de descriptores de la especie (Jaramillo y Baena, 2000).

### **2.14. Definiciones conceptuales básicas:**

#### **2.14.1. Caracterización**

Conjunto de observaciones que permiten distinguir a una población de plantas que constituyen una variedad vegetal.

La caracterización como cualquier otra actividad tiene sus herramientas y procesos, en este caso la herramienta de trabajo es el DESCRIPTOR. Hasta ahora diferenciamos la caracterización ex situ de la in situ por el uso del descriptor; mientras uno es universal y técnico, el otro es local y responde a la necesidad

utilitaria del agricultor, sin embargo, ambos tratan de diferenciar variedades y utilizan características morfológicas y lo que es más importante, los dos son científicos (INIEA, 2006).

#### **2.14.2. Variedad o Cultivar**

Es un “conjunto de plantas que se definen por la expresión de sus caracteres resultantes de un genotipo o una combinación de genotipos y que pueden distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos” (UPOV, 2002).

#### **2.14.3. Descripción varietal**

Informe técnico mediante el cual se especifica los caracteres pertinentes de la variedad vegetal, conforme a la guía específica, y que permite evaluar la identidad genética (SNICS, 2005).

#### **2.14.4. Descriptores, codificadores o marcadores**

Son características que se expresan más o menos estables bajo la influencia de diferentes condiciones de medio ambiente, permiten identificar los individuos.

Los descriptores son las características mediante las cuales se podrá conocer el germoplasma y determinar su utilidad potencial. Deben ser específicos para cada especie. Muchos atributos pueden describir un material, pero los caracteres realmente útiles son aquellos que se pueden detectar a simple vista, alto valor taxonómico y agronómico que se puede aplicar a muestras pequeñas y permita diferenciar una característica de otra, ese conjunto debe constituir la lista de descriptores de la especie (Jaramillo y Baena, 2000).

#### **2.14.5. Variabilidad Genética**

La diferencia entre altura, tamaño de mazorca, color de grano, resistencia a enfermedades, entre otros aspectos, o toda variabilidad que se pueda observar en una plantación, se le llama variabilidad visible, y está formada por dos tipos diferentes de variabilidad: La primera es la variabilidad genética y es producto de las diferentes

contaminaciones que sufre una línea, la otra es la variabilidad ambiental que se define como todas las diferencias causadas por el ambiente en que están creciendo.

La variabilidad genética se aplica a las características. Si no hay variación genética para una característica dentro de una población, el carácter no puede ser modificado por selección. Si un cambio en el ambiente o en las condiciones de vida afecta a esa característica, puede desaparecer toda la población.

Toda la variabilidad genética se origina por mutación. En su concepto más simple la mutación se produce por un cambio en un nucleótido en el sector de la cadena de ADN que codifica a un gene (INIEA, 2006).

#### **2.14.6. Diversidad Genética**

No es posible estimar la diversidad genética de una especie en términos estadísticos o cuantitativos. En general, lo que se hace es clasificar la especie en categorías intraespecíficas como razas o ecotipos; la diversidad genética relativa de una especie en una región se da en términos del número de categorías intraespecíficas. Pero para eso, la clasificación intraespecífica debe aplicarse con los mismos criterios en todos los lugares (INIEA, 2006).

#### **2.14.7. Raza**

Una raza es un agregado de poblaciones de una especie que tienen en común caracteres morfológicos, fisiológicos y usos específicos. Sin embargo, sus características distintivas no son lo suficientemente diferentes como para constituir una subespecie diferente.

En el reino vegetal, la clasificación en razas debe ser aplicada sólo a especies cultivadas. Las razas están íntimamente relacionadas a las culturas. Por ejemplo, las razas de maíz son parte del patrimonio cultural de los pueblos, como son sus costumbres, su música, su idioma y muchas otras manifestaciones culturales.

A pesar de que el maíz es una especie alógama y por lo tanto existe una gran cantidad de polinización cruzada entre razas, lo que produce muchos híbridos interraciales, las razas pueden ser individualizadas y universalmente identificadas (INIEA, 2006).

**2.14.8. Distinta**

Tendrá esta característica la variedad vegetal que se distinga técnica y claramente por uno o varios caracteres pertinentes de cualquiera otra variedad, cuya existencia sea conocida en el momento de solicitar la protección (UPOV, 2002).

**2.14.9. Homogénea**

Tendrá esta característica la variedad vegetal que sea suficientemente uniforme en sus caracteres pertinentes, a reserva de la variación previsible por su reproducción sexuada o multiplicación vegetativa (UPOV, 2002).

**2.14.10. Estabilidad**

Una variedad se considera estable si sus caracteres esenciales se mantienen inalterados de generación en generación y en caso de un ciclo particular de reproducciones o multiplicaciones, al final de cada ciclo (UPOV, 2002).

**2.14.11. Evaluación**

Valoración que se realiza para lograr caracterizar la variedad vegetal que se desea inscribir en el catálogo de variedades vegetales o para recibir el título de obtentor (SNICS, 2005).

**2.14.12. Carácter**

Cualquier propiedad o evidencia taxonómica que varía entre las entidades estudiadas o descritas. Ejemplo: Forma de las alas del tallo (UPOV, 2002).

**2.14.13. Caracteres pertinentes**

Expresiones fenotípicas y genotípicas propias de la variedad vegetal que permiten su identificación (UPOV, 2002).

**2.14.14. Ecotipo**

Es el producto de la adaptación de una especie a un ambiente particular. Ecotipo no es sinónimo de raza. Una raza puede habitar varios ambientes y su área de adaptación puede ser muy amplia. Hay razas de altura que se pueden adaptar muy bien a zonas

bajas y viceversa. Lo que define las razas es principalmente su morfología y su fisiología, que a veces limita su adaptación. Lo que define al ecotipo es principalmente su área de adaptación. Tanto las razas como los ecotipos son interfértiles.

Los ecotipos son ocasionalmente aislados por barreras geográficas y en ese caso se les denomina geo-ecotipos (INIEA, 2006).

#### **2.14.15. Guía**

Documento que expide la Secretaria que contiene los caracteres pertinentes y la metodología para su evaluación. Permite describir una población de plantas que constituyen una variedad vegetal para su identificación y distinción (SNICS, 2005).

#### **2.14.16. Estados**

Los posibles valores que ese carácter pueda presentar. Ejemplo: para forma de las alas del tallo: ausente, recto, ondulado y dentado. (SNICS, 2005).

#### **2.14.17. Variedades Nativas**

El término germoplasma se puede usar más específicamente para el conjunto de muestras de semilla procedentes de campos de agricultores. En general, las variedades recolectadas en regiones donde el cultivo se originó o diversificó, se denominan variedades nativas o autóctonas o tradicionales, o sea aquellas variedades que usan los agricultores tradicionalmente, y que no han pasado por ningún proceso de mejoramiento sistemático y científicamente controlado, y cuya semilla es producida por los mismos agricultores.

Las variedades nativas cuya semilla se colecta y se mantiene en bancos de germoplasma, debidamente identificadas con su información de origen y localización geográfica (pasaporte) se denominan “accesiones” (INIEA, 2006).

#### **2.14.18. Tipos de caracteres comúnmente utilizados**

##### **➤ Caracteres cualitativos:**

Los “caracteres cualitativos” son los que se expresan en niveles discontinuos (por ejemplo, el sexo de la planta: dioico femenino (1), dioico masculino (2),

monoico unisexual (3), monoico hermafrodita (4)). Estos niveles de expresión se explican por sí mismos y tienen un significado independiente. Todos los niveles son necesarios para describir la gama completa del carácter, mientras que toda forma de expresión puede describirse mediante un único nivel. El orden de los niveles no es importante. Por regla general, los caracteres no son influenciados por el medio ambiente.

➤ **Caracteres cuantitativos:**

En los “caracteres cuantitativos”, la expresión abarca toda la gama de variaciones, de un extremo a otro. La expresión puede inscribirse en una escala unidimensional lineal continua o discontinua. La gama de expresión se divide en varios niveles de expresión a los fines de la descripción (por ejemplo, longitud del tallo: muy corto (1), corto (3), medio (5), largo (7), muy largo (9)). La división tiene por fin proporcionar, en la medida en que resulta práctico, una distribución equilibrada a lo largo del nivel.

➤ **Caracteres pseudocualitativos:**

En el caso de los “caracteres pseudocualitativos”, la gama de expresión es, al menos parcialmente, continua pero varía en más de una dimensión (por ejemplo, la forma: oval (1), elíptica (2), redonda (3), oboval (4)) y no puede describirse adecuadamente definiendo únicamente los extremos de una gama lineal. De manera similar a los caracteres cualitativos (discontinuos), de ahí el uso del término “pseudocualitativo”, cada nivel de expresión individual tiene que ser determinado para describir adecuadamente la gama del carácter (UPOV, 2002).



**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA**

## CAPÍTULO III

### 3.- METODOLOGÍA

#### 3.1.- DESCRIPCIÓN SISTEMATIZADA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO DIRIGIDO

El trabajo se ejecutó en la propiedad del señor Samuel Velásquez ubicada en la comunidad de Piedra Larga perteneciente al municipio de Entre Ríos, provincia O'Connor, ubicada aproximadamente a 60 km de la ciudad de Tarija, con las siguientes coordenadas latitud norte 21° 26' 35" y longitud oeste 64° 24' 30" y una altitud de 2790 msnm. Con una precipitación media anual de 600 mm, y una temperatura media anual de 13 °C (SENAMHI, 2015).

La parcela presenta suelos livianos, con un relieve ligeramente inclinado, sin pedregosidad superficial, con textura limosa a franco limosa, generalmente superficiales.

##### 3.1.1.- Primera Etapa

En esta etapa según lo registrado por el INIAF, y mi persona se procedió a la visita a la comunidad de Piedra larga, donde mi persona conjuntamente con los responsables del programa de maíz del INIAF Ing. Héctor Quiroga e Ing. Edil Espindola y el propietario del terreno señor Samuel Velásquez para verificar el terreno con el que se contaría para realizar el presente trabajo.





### **3.1.2.- Segunda etapa**

Una vez verificado el terreno con el que se contaría para realizar el trabajo, se procedió a la preparación del terreno la cual se realizó tomando en cuenta la tecnología de la zona.

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra, se efectuó la labor con una arada a tracción animal con una yunta de beyes, donde se realizó solo una pasada con la arada.



### **3.1.3.- Tercera Etapa**

#### **3.1.3.1.- Siembra**

La siembra se la realizó de forma manual tomando en cuenta la pendiente del terreno, con una distancia de 0.60 entre surcos y 0.25 entre plantas tomando en cuenta la

tecnología de la zona, en cada golpe se utilizó 3 semillas de la variedad criolla correspondiente.

La siembra se realizó el lunes 24 de octubre del 2016 en horas de la mañana, a una profundidad de 12 cm. La cantidad de semilla utilizada fue de 8.5 kg.

### **3.1.3.2.- Labores culturales**

Dentro de las actividades tradicionales para el manejo del cultivo de maíz se realizaron las siguientes: el control de malezas, raleo, aporque y cosecha.

#### **3.1.3.2.1.- Control de malezas**

Se realizó el control de las hierbas y malezas manualmente.

#### **3.1.3.2.2.- Raleo**

El raleo se realizó con la finalidad de lograr una densidad de plantación deseada. Consistió en extraer las plantas que exceden, seleccionando las más débiles, o deformes. Es una labor de cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 25 a 30 cm.

#### **3.1.3.2.3.- Aporque**

El aporque es una labranza indispensable en el cultivo. Consiste en voltear la tierra del camellón de los surcos sobre la base del tallo de la planta, favoreciendo así un mayor anclaje de la planta al suelo, evitando el vuelco por acción del viento y mejora el control de malezas.

El aporque se lo realizó a 49 días de la siembra el 12 de diciembre de 2016 cuando la planta alcanzó una altura promedio de 30 y 40 cm, esta labor cultural se la realizó con tracción animal (yunta).

### **3.1.4.- Cuarta etapa**

#### **3.1.4.1.- Seguimiento y toma de datos**

En la caracterización se registraron la expresión de caracteres cualitativos y cuantitativos en los diversos estados fisiológicos de la planta (fenotipo) con base a

los descriptores del maíz establecidos por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), los datos se tomaron desde la germinación, antes y durante la floración y durante la cosecha o adquisición del material.

La toma de datos se realizó en todas las fases fenológicas del maíz.

### **Primera hoja: Pigmentación antociánica de la vaina**

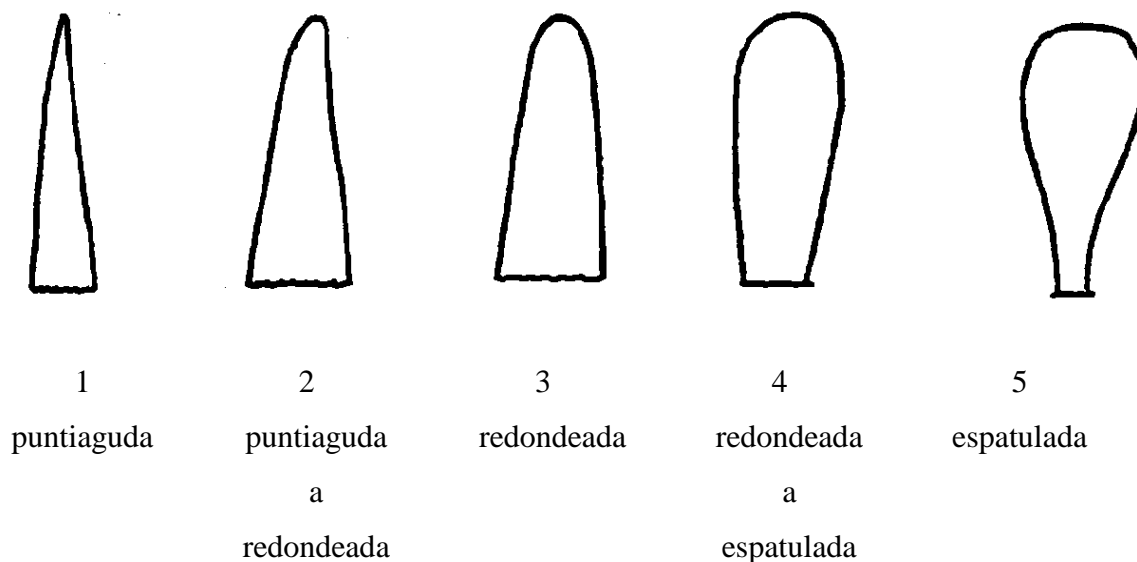
Se llegó a determinar la pigmentación antociánica en la vaina de la primera hoja por evaluación visual.

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte

### **Primera hoja: Forma del ápice**

Se llegó a determinar la forma del ápice por evaluación visual mediante una única observación de un grupo de plantas.

Las expresiones de esta característica varían en:



### Follaje: Intensidad del color verde

Este carácter se observó en la etapa de floración, las expresiones varían en:

1 Claro      2 Medio      3 Oscuro

### Hoja: Ondulación del borde del limbo

La observación se realizó en la hoja inmediatamente superior a la mazorca más alta, en la época de floración. Las expresiones varían en:



1

ausente o muy débil



2

media



3

fuerte

### Hoja: Ángulo entre el limbo y el tallo

### Panícula: Ángulo entre el eje central y las ramas laterales

La observación del ángulo entre el limbo y el tallo se realizó en la hoja superior a la mazorca más alta, en la etapa de antesis y la observación del ángulo entre el eje central y las ramas laterales de la panícula se realizó en la segunda rama a partir de la parte inferior de la panícula.



1

muy pequeño  
( $< 5^\circ$ )



3

pequeño  
( $\pm 25^\circ$ )



5

medio  
( $\pm 50^\circ$ )



7

grande  
( $\pm 75^\circ$ )

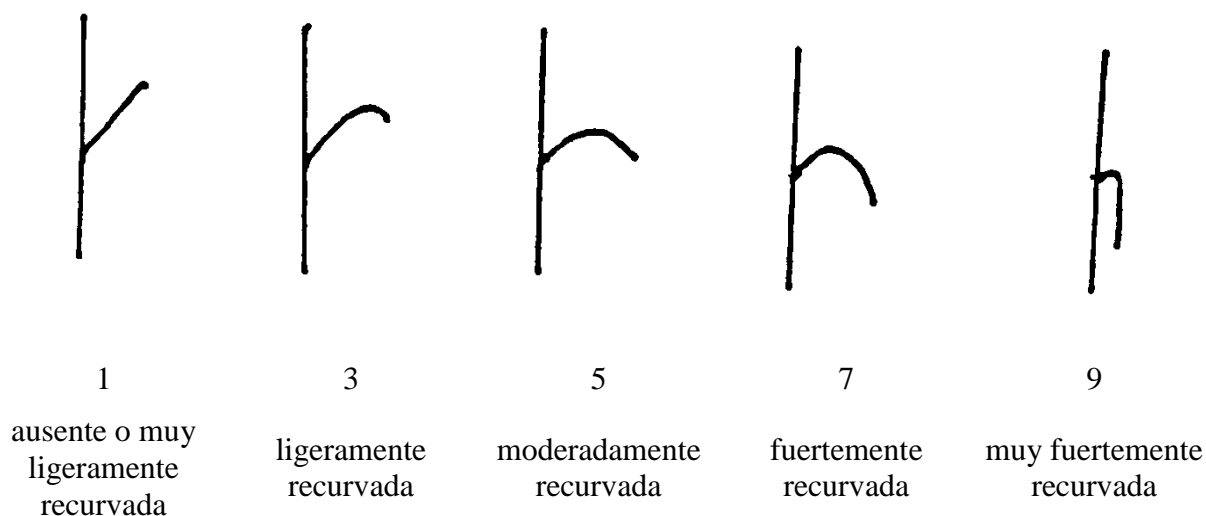


9

muy grande  
( $> 90^\circ$ )

**Hoja: Curvatura del limbo****Panícula: Curvatura de las ramas laterales**

La observación de la curvatura del limbo se realizó en la hoja superior a la mazorca más alta, en la etapa de la antesis y la observación de la curvatura de las ramas laterales se realizó en la segunda rama a partir de la parte inferior de la panícula, en la etapa de floración.

**Tallo: Grado de zigzagueo**

Se realizó una observación visual en la etapa de la antesis. Se observó a lo largo del tallo para determinar el grado en que la estructura es recta o en zigzag.

1 Ausente o muy ligero      2 Débil      3 Fuerte

**Época de la antesis y la aparición de los estigmas**

En la época de la antesis la observación se realizó cuando las anteras se encontraban visibles en el 50% de las plantas, en el tercio medio de la rama principal y la observación de la época de la aparición de los estigmas en la mazorca se realizó cuando los estigmas habían aparecido en el 50% de las plantas.

1 Muy temprana  
2 Temprana a muy temprana

- 3 Temprana
- 4 Temprana a media
- 5 Media
- 6 Media a tardía
- 7 Tardía
- 8 Tardía a muy tardía
- 9 Muy tardía

**Panícula: Pigmentación antociánica en la base de la gluma**

**Panícula: Pigmentación antociánica de las glumas, con exclusión de la base**

**Panícula: Pigmentación antociánica de las anteras**

**Mazorca: Pigmentación antociánica de los estigmas**

**Tallo: Pigmentación antociánica de los entrenudos**

**Mazorca: Pigmentación antociánica de las glumas del zuro**

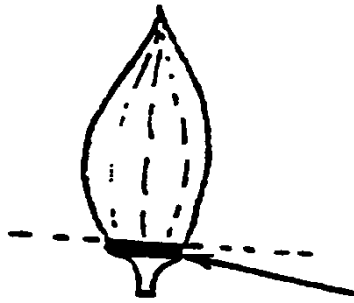
La observación de la pigmentación de antociánica de las glumas y su base se realizó en el tercio medio de la rama principal de la panícula, en la etapa de la antesis. En las anteras de la panícula la observación se realizó en anteras nuevas en el tercio medio de la rama principal.

En la mazorca la observación se realizó en los estigmas en la etapa de la antesis y las glumas del zuro en el tercio medio de la mazorca más alta, tras eliminar algunos de los granos.

En el tallo la observación de la pigmentación en los entrenudos se realizó encima del punto de inserción del pedúnculo de la mazorca más alta en la etapa de la formación del fruto.

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte





Base de la gluma

**Panícula: Número de ramificaciones primarias.**

La observación se realizó en varias plantas individuales, en la etapa de la antesis.

- 1 Nulo o muy bajo (1 - 3)
- 3 Bajo (4 - 6)
- 5 Medio (7 - 9)
- 7 Grande (10 - 12)
- 9 Muy grande (> 12)

**Panícula: Densidad de las espiguillas**

La observación se realizó en el tercio medio de la rama principal de la panícula, en la etapa de maduración.

- 3 Moderadamente baja
- 5 Media
- 7 Moderadamente alta

**Panícula: Longitud del eje central encima de la rama lateral más baja**

**Panícula: Longitud del eje central encima de la rama lateral más alta**

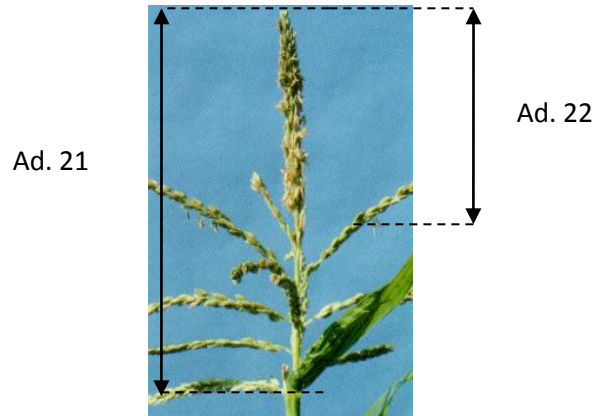
**Panícula: Longitud de la rama lateral lateral**

**Planta: longitud**

**Pedúnculo: Longitud**

Se midió en ciertas partes de las plantas como la longitud del eje central encima de la rama lateral más baja y más alta de la panícula, de la rama lateral se midió en la segunda rama a partir de la parte inferior de la panícula, en la etapa de la formación del fruto.

La longitud de la planta se midió incluyendo la panícula en la etapa de formación del fruto, la longitud del pedúnculo se midió cuando los granos habían alcanzado su tamaño definitivo.



- 1 Muy corto
- 3 Corto
- 5 Medio
- 7 Largo
- 9 Muy largo

**Planta: Relación entre la altura de inserción del pedúnculo de la mazorca más alta y la longitud de la planta**

La longitud de la planta se midió incluyendo la panícula, en la etapa de formación del fruto.

- 1 Muy pequeña
- 3 Pequeña
- 5 Medio
- 7 Grande
- 9 Muy grande

**Hoja: Anchura del limbo (cm)**

La observación se realizó en varias plantas en la hoja inmediatamente superior a la mazorca más alta, cuando los granos habían alcanzado su tamaño definitivo.

- 1 Muy estrecho ( $< 5.0$ )
- 3 Estrecho ( $5.1 - 8.0$ )
- 5 Medio ( $8.1 - 11.0$ )
- 7 Ancho ( $11.1 - 14.0$ )
- 9 Muy ancho ( $> 14.0$ )

**Mazorca: Longitud (cm)**

La longitud de la mazorca se midió en la etapa de maduración.

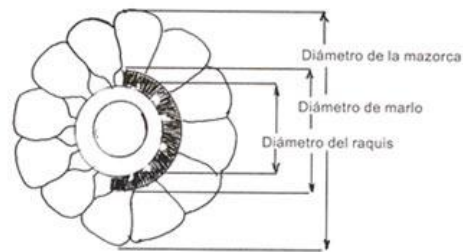
- 1 Muy corta ( $\leq 10$ )
- 3 Corta ( $10.1-15.0$ )
- 5 Media ( $15.1-20.0$ )
- 7 Larga ( $20.1-25.0$ )
- 9 Muy larga ( $> 25.0$ )



**Mazorca: Diámetro (en el medio) (cm)**

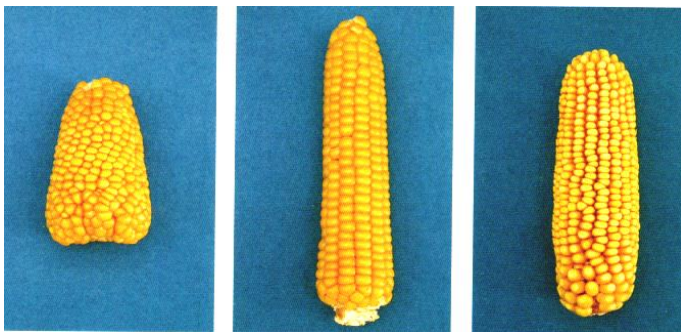
La observación se realizó en la etapa de maduración.

- 1 Muy pequeño ( $\leq 4.0$ )
- 3 Pequeño ( $4.1-5.0$ )
- 5 Medio ( $5.1-6.0$ )
- 7 Grande ( $6.1-7.0$ )
- 9 Muy grande ( $> 7.0$ )



### **Mazorca: Forma**

La observación se realizó en la etapa de maduración, las expresiones varían en:



1

cónica

2

Cilindro

3

cilíndrica

cónica

### **Mazorca: Número de hileras de granos**

La observación se realizó en la etapa de maduración, las expresiones varían en:

- 1 Muy bajo (< 10)
- 3 Bajo (12 – 16)
- 5 Medio (18 – 22)
- 7 Alto (24 – 30)
- 9 Muy alto (> 30)

### **Sólo variedades con mazorca con tipo de grano: dulce o ceroso:**

#### **Mazorca: Número de colores de los granos**

La observación de este carácter se realizó cuando los granos alcanzaron su tamaño definitivo. Las expresiones varían entre uno (1) y dos (2).

**Sólo variedades con mazorca con tipo de grano dulce, Grano: intensidad del color amarillo**

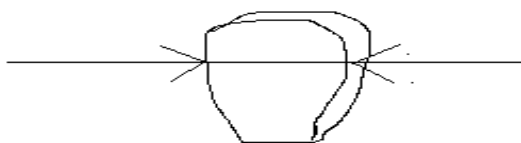
La observación de este carácter se realizó cuando los granos alcanzaron su tamaño definitivo.

3 Claro      5 Medio      7 Oscuro

**Sólo variedades con mazorca con tipo de grano dulce, Grano: longitud y anchura**

La observación se realizó en el tercio medio de la mazorca más alta completamente desarrollada.

3 Corto – Estrecho      5 Medio      7 Largo – Ancho



Grano: anchura

**Mazorca: Tipo de Grano**

La observación se realizó en el tercio medio de la mazorca más alta completamente desarrollada.



1  
córneo

2  
córneo a  
córneo-  
dentado

3  
córneo-  
dentado

4  
córneo-  
dentado a  
dentado

5  
dentado

6  
dulce

7  
palomero

**Sólo variedades con mazorca con tipo de grano dulce, Mazorca: Contracción del extremo superior del grano**

La observación se realizó en el tercio medio de la mazorca más alta completamente desarrollada.



1

débil



3

media



5

fuerte

**Mazorca: Color del extremo superior del grano y del lado dorsal del grano**

La observación se realizó en el tercio medio de la mazorca más alta completamente desarrollada.

- 1 Blanco
- 2 Blanco amarillento
- 3 Amarillo
- 4 Amarillo anaranjado
- 5 Naranja
- 6 Naranja rojizo
- 7 Rojo
- 8 Púrpura
- 9 Amarronado
- 10 Negro azulado

### **3.1.5. Quinta etapa**

#### **3.1.5.1. Trabajo de gabinete**

En esta etapa se procedió a la tabulación de datos tomando en cuenta los datos registrados según los formularios establecidos por la UPOV.

Luego se procederá a la interpretación de los datos registrados para realizar las conclusiones y recomendaciones respectivas.

## **3.2. MÉTODOS, TÉCNICAS Y MATERIALES EMPLEADOS EN EL TRABAJO DIRIGIDO**

### **3.2.1. Metodología de trabajo**

El presente trabajo dirigido se llevó a cabo según lo registrado por el INIAF, y mi persona realizo conjuntamente el seguimiento del proceso del trabajo.

### **3.2.2. Materiales y equipo**

- Insumos para la implementación de la parcela (semilla de maíz de la variedad Morocho-Romano, para este trabajo se utilizó 8.5 kg de semilla).
- Herramientas menores (Azadón, pala, machetes).
- Equipo de transporten (vehículo).
- Equipo de campo (rastra, arado de palo).
- Material de escritorio (libreta de campo, formularios, computadora).
- Equipos menores (cámara fotográfica digital, flexo metro, calibre vernier, regla metálica).
- Manual o texto de consulta de campo.

### **3.2.3. Descripción de la variedad criolla de maíz Morocho**

El Morocho es un maíz con textura vítrea o cristalina, muy superficial, que tiene una amplia difusión en los valles altos de Bolivia. Esta variedad se la cultiva entre altitudes de 1.500 a 3.000 msnm. Es la raza más distribuida en los valles templados del país. La planta es de altura media y las mazorcas grandes y medianas de forma

cilíndrica, con 8 a 12 hileras y marlo delgado de color blanco y rojo, sus granos son medianos de forma redonda de color amarillo.

Este tipo de maíz, según Ávila y Brandolini (1990), citado en Ávila (2008), pertenece al Complejo Racial Morocho; este término proviene del quechua *muruchi*, que hace referencia al maíz semiduro. En este complejo racial están muchas razas —como Karapampa, Kelly, Morocho y Morochillo— y su adaptabilidad es muy amplia, por lo que, según este autor, ha llegado a zonas altas, como las orillas del Lago Titicaca (más de 3.800 msnm), donde se encuentra la raza Churi Tongo, y a zonas más bajas (menos de 1.000 msnm), con la raza Morocho Grande. Esta variedad es nativa y no se registra trabajos para la recuperación de este tipo de materiales, por ello el riesgo de pérdida es alto. Si bien la difusión de esta variedad es extensa, tiene una mayor presencia en los valles andinos y, en especial, en los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca.



**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS**

## CAPÍTULO IV

### 4.- RESULTADOS

#### 4.1.- PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECABADA.

En la comunidad de Piedra Larga en fecha 24 de octubre del 2016 se estableció el ensayo de Caracterización de la variedad criolla de Maíz Morocho Romano en su primer ciclo de selección, con la finalidad de realzar la caracterización de acuerdo a las normas establecidas por la UPOV (Unión Internacional Para la Protección de las obtenciones vegetales) y el descriptor de las variedades inscritas en el registro nacional de variedades del INIAF.

La caracterización se realizó durante todo el ciclo del cultivo y se tuvieron las siguientes características:

1. Primera hoja: Pigmentación antociánica de la vaina: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la pigmentación antociánica de la vaina fue fuerte, la cual se indica con la nota numérica 7.

2. Primera hoja: Forma del ápice: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Puntiaguda
- 2 Puntiaguda a redondeada
- 3 Redondeada

4 Redondeada a espatulada

5 Espatulada

La forma del ápice fue puntiaguda, la cual se indica con la nota numérica 1.

3. Follaje: intensidad del color verde: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta tres niveles de expresión:

1 Claro      2 Medio      3 Oscuro

Para este caso la intensidad del color verde del follaje fue media, la cual se indica con la nota numérica 2.

4. Hoja: ondulación del borde del limbo: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta tres niveles de expresión:

1 Ausente o muy débil      2 Media      3 Fuerte

La ondulación del borde del limbo fue media, la cual se indica con la nota numérica 2.

5. Hoja: Ángulo entre el limbo y el tallo: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

1 Muy pequeño ( $< 5^\circ$ )

3 Pequeño ( $+ 25^\circ$ )

5 Medio ( $+ 50^\circ$ )

7 Grande ( $+ 75^\circ$ )

9 Muy grande ( $> 90^\circ$ )

El ángulo entre el limbo y el tallo fue grande, el cual se indica con la nota numérica 7.

6. Hoja: Curvatura del limbo: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

1 Ausente o muy ligeramente recurvada

3 Ligeramente recurvada

5 Moderadamente recurvada

7 Fuertemente recurvada

### 9 Muy Fuertemente recurvada

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la curvatura del limbo fue moderadamente recurvada, la cual se indica con la nota numérica 5.

7. Tallo: Grado de zigzagado: este carácter presenta tres niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy ligero      2 Débil      3 Fuerte

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado las plantas presentaron una posición erecta con respecto al tallo en la mayoría de las plantas, la cual se indica con la nota numérica 1.

8. Panícula: época de la antesis: este carácter presenta 9 niveles de expresión:

- 1 Muy temprana
- 2 Temprana a muy temprana
- 3 Temprana
- 4 Temprana a media
- 5 Media
- 6 Media a tardía
- 7 Tardía
- 8 Tardía a muy tardía
- 9 Muy tardía

La época de antesis de la variedad criolla que hemos caracterizado fue media a tardía, la cual se indica con la nota numérica 6.

9. Panícula: Pigmentación antociánica en la base de la gluma: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte

La espiga presentó glumas con una pigmentación antociánica fuerte, la cual se indica con la nota numérica 7.

10. Panícula: Pigmentación antociánica de las glumas, con exclusión de la base: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte

Las glumas presentaron una pigmentación por antocianinas fuerte, la cual se indica con la nota numérica 7.

11. Panícula: Pigmentación antociánica de las anteras: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte

La espiga presento anteras con una pigmentación antociánica fuerte, la cual se indica con la nota numérica 7.

12. Panícula: Ángulo entre el eje central y las ramas laterales: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy pequeño ( $< 5^\circ$ )
- 3 Pequeño ( $\pm 25^\circ$ )
- 5 Medio ( $+ 50^\circ$ )
- 7 Grande ( $+ 75^\circ$ )
- 9 Muy grande ( $> 90^\circ$ )

El ángulo entre el eje central de la panícula respecto a las ramas laterales fue grande ( $+ 75^\circ$ ), el cual se indica con la nota numérica 7.

13. Panícula: Curvatura de las ramas laterales: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy ligeramente recurvada
- 3 Ligeramente recurvada
- 5 Moderadamente recurvada
- 7 Fuertemente recurvada
- 9 Muy Fuertemente recurvada

La curvatura de las ramas laterales de la panícula fue moderadamente recurvada, la cual se indica con la nota numérica 5.

14. Panícula: Número de ramificaciones primarias: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Nulo o muy bajo (1 - 3)
- 3 Bajo (4 - 6)
- 5 Medio (7 - 9)
- 7 Grande (10 - 12)
- 9 Muy grande ( $> 12$ )

El número de ramificaciones primarias de la panícula fue medio (7 - 9), el cual se indica con la nota numérica 5.

15. Mazorca: época de la aparición de los estigmas: este carácter presenta 9 niveles de expresión:

- 1 Muy temprana
- 2 Temprana a muy temprana
- 3 Temprana
- 4 Temprana a media
- 5 Media

- 6 Media a tardía
- 7 Tardía
- 8 Tardía a muy tardía
- 9 Muy tardía

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la aparición de los estigmas fue media a tardía, la cual se indica con la nota numérica 6.

16. Mazorca: Pigmentación antociánica de los estigmas: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte

La mazorca presenta estigmas con una pigmentación antociánica media, la cual se indica con la nota numérica 5.

17. Tallo: pigmentación antociánica de las raíces de anclaje: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte

No se registró la presencia de raíces de anclaje, por lo cual se indica con la nota numérica 1 la ausencia de pigmentación antociánica.

18. Panícula: Densidad de las espiguillas: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta tres niveles de expresión:

- 3 Moderadamente baja
- 5 Media
- 7 Moderadamente alta

La panícula presento una densidad de espiguillas media, la cual se indica con la nota numérica 5.

19. Hoja: Pigmentación antociánica de la vaina: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la pigmentación antociánica de la vaina fue fuerte, la cual se indica con la nota numérica 7.

20. Tallo: Pigmentación antociánica de los entrenudos: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy débil
- 3 Débil
- 5 Media
- 7 Fuerte
- 9 Muy fuerte

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la pigmentación antociánica de los entrenudos fue fuerte, la cual se indica con la nota numérica 7.

21. Panícula: Longitud del eje central encima de la rama lateral más baja: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy corto
- 3 Corto
- 5 Medio
- 7 Largo
- 9 Muy largo



Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la longitud del eje central encima de la rama lateral más baja fue media, la cual se indica con la nota numérica 5.

22. Panícula: Longitud del eje central encima de la rama lateral más alta: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy corto
- 3 Corto
- 5 Medio
- 7 Largo
- 9 Muy largo

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la longitud del eje central encima de la rama lateral más alta fue media, la cual se indica con la nota numérica 5.

23. Panícula: longitud de la rama lateral lateral: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy corta
- 3 Corta
- 5 Media
- 7 Larga
- 9 Muy larga

La longitud de la rama lateral lateral fue media, la cual se indica con la nota numérica 5.

24. Planta: longitud: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy corta
- 3 Corta
- 5 Media
- 7 Larga
- 9 Muy larga

Las plantas son de porte bajo con una longitud promedio de 1.55 m, este carácter se indica con la nota numérica 3, la cual corresponde a plantas cortas.

25. Planta: Relación entre la altura de inserción del pedúnculo de la mazorca más alta y la longitud de la planta: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy pequeña
- 3 Pequeña
- 5 Medio
- 7 Grande
- 9 Muy grande

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la relación entre la altura de inserción del pedúnculo de la mazorca más alta y la longitud de la planta fue pequeña, la cual se indica con la nota numérica 3.

26. Hoja: Anchura del limbo: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy estrecho ( $< 5.0$ )
- 3 Estrecho (5.1 – 8.0)
- 5 Medio (8.1 – 11.0)
- 7 Ancho (11.1 – 14.0)
- 9 Muy ancho ( $> 14.0$ )

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la anchura del limbo fue ancha, la cual se indica con la nota numérica 7.

27. Pedúnculo: Longitud: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy corto
- 3 Corto
- 5 Medio
- 7 Largo
- 9 Muy largo

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la longitud del pedúnculo fue corta, la cual se indica con la nota numérica 3.

28. Mazorca: Longitud (cm): este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy corta ( $\leq 10$ )
- 3 Corta (10.1-15.0)
- 5 Media (15.1-20.0)
- 7 Larga (20.1-25.0)
- 9 Muy larga ( $> 25.0$ )

La longitud promedio de las mazorcas fue de 12 cm, lo que indica que son mazorcas cortas.

29. Mazorca: Diámetro (en el medio): este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy pequeño ( $\leq 4.0$ )
- 3 Pequeño (4.1-5.0)
- 5 Medio (5.1-6.0)
- 7 Grande (6.1-7.0)
- 9 Muy grande ( $> 7.0$ )

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, el diámetro de las mazorcas fue muy pequeño, el cual se indica con la nota numérica 1.

30. Mazorca: Forma: este carácter presenta tres niveles de expresión:

- 1 Cónica
- 2 Cilindro cónica
- 3 Cilíndrica

La forma de las mazorcas es cilindro cónica, la cual se indica con la nota numérica 2.

31. Mazorca: Número de hileras de granos: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Muy bajo ( $< 10$ )
- 3 Bajo (12 – 16)
- 5 Medio (18 – 22)
- 7 Alto (24 – 30)

9 Muy alto (> 30)

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, el número de hileras por mazorca fue muy bajo, el cual se indica con la nota numérica 1.

32. Sólo variedades con mazorca con tipo de grano: dulce o ceroso:

Mazorca: Número de colores de los granos: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, las expresiones de este carácter varían entre uno (1) y dos (2).

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, el número de colores de los granos fue de uno, el cual se indica con la nota numérica 1.

33. Sólo variedades con mazorca con tipo de grano dulce, Grano: intensidad del color amarillo: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

3 Claro      5 Medio      7 Oscuro

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la intensidad del color amarillo del grano fue oscuro, el cual se indica con la nota numérica 7.

34. Grano: longitud: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

3 Corto      5 Medio      7 Largo

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, la longitud del grano fue media, la cual se indica con la nota numérica 5.

35. Grano: anchura: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

3 Estrecho      5 Medio      7 Ancho

Las mazorcas de la variedad criolla que hemos caracterizado, presentaron granos anchos, por lo que este carácter se indica con la nota numérica 7

36. Mazorca: Tipo de Grano: de acuerdo a las directrices de examen establecidas por la UPOV, este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

1 Córneo

- 2 Córneo a córneo-dentado
- 3 Córneo-dentado
- 4 Córneo-dentado a dentado
- 5 Dentado
- 6 Dulce
- 7 Palomero
- 8 Ceroso
- 9 Harinoso

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, el tipo de grano fue córneo, el cual se indica con la nota numérica 1.

37. Mazorca: Contracción del extremo superior del grano: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Débil
- 3 Media
- 5 Fuerte

La mazorca presentó una contracción del extremo superior del grano débil, la cual se indica con la nota numérica 1

38. Mazorca: Color del extremo superior del grano: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Blanco
- 2 Blanco amarillento
- 3 Amarillo
- 4 Amarillo anaranjado
- 5 Naranja
- 6 Naranja rojizo
- 7 Rojo
- 8 Púrpura
- 9 Amarronado
- 10 Negro azulado

Para el caso de la variedad criolla que hemos caracterizado, el color del extremo superior del grano fue amarillo anaranjado, el cual se indica con la nota numérica 4

41. Mazorca: pigmentación antociánica de las glumas del zuro: este carácter presenta los siguientes niveles de expresión:

- 1 Ausente o muy débil
- 2 Débil
- 3 Media
- 4 Fuerte
- 5 Muy fuerte

Las glumas del zuro presentaron una pigmentación antociánica ausente o muy débil, este carácter indica con la nota numérica 5.

De acuerdo a las normas establecidas por la UPOV, se atribuyen a cada carácter niveles de expresión con el fin de definir el carácter y armonizar las descripciones. A cada nivel de expresión corresponde una nota numérica para facilitar el registro de los datos y la elaboración de la descripción según se detalla a continuación:

<b>CARACTERES</b>		<b>NOTA</b>	<b>NIVEL DE EXPRESIÓN</b>
<b>1</b>	Primera hoja: pigmentación antociánica de la vaina	7	Fuerte
<b>2</b>	Primera hoja: forma del ápice	1	Puntiaguda
<b>3</b>	Follaje: intensidad del color verde	2	Medio
<b>4</b>	Hoja: ondulación del borde del limbo	2	Media
<b>5</b>	Hoja: ángulo entre el limbo y el tallo	7	Grande
<b>6</b>	Hoja: curvatura del limbo	5	Moderadamente recurvada

<b>7</b>	Tallo: grado de zigzaguo	1	Ausente o muy ligero
<b>8</b>	Panícula: época de la antesis	6	Media a tardía
<b>9</b>	Panícula: pigmentación antociánica en la base de la gluma	7	Fuerte
<b>10</b>	Panícula: pigmentación antociánica de las glumas, con exclusión de la base	7	Fuerte
<b>11</b>	Panícula: pigmentación antociánica de las anteras	7	Fuerte
<b>12</b>	Panícula: ángulo entre el eje central y las ramas laterales	7	Grande
<b>13</b>	Panícula: curvatura de las ramas laterales	5	Moderadamente recurvado
<b>14</b>	Panícula: número de ramificaciones primarias	5	Medio
<b>15</b>	Mazorca: época de la aparición de los estigmas	6	Media a tardía
<b>16</b>	Mazorca: pigmentación antociánica de los estigmas	5	Media
<b>17</b>	Tallo: pigmentación antociánica de las raíces de anclaje	1	Ausente
<b>18</b>	Panícula: densidad de espiguillas	5	Media
<b>19</b>	Hoja: pigmentación antociánica de la vaina	7	Fuerte
<b>20</b>	Tallo: pigmentación antociánica de los entrenudos	7	Fuerte
<b>21</b>	Panícula: longitud del eje central encima de la rama	5	Medio

	lateral más baja		
<b>22</b>	Panícula: longitud del eje central encima de la rama lateral más alta	5	Medio
<b>23</b>	Panícula: longitud de la rama lateral lateral	5	Media
<b>24</b>	Solo variedades endogamas y variedades con tipo de grano: dulce o palomero: Planta: longitud	3	Corta
<b>25</b>	Planta: relación entre la altura de inserción del pedúnculo de la mazorca más alta y la longitud de la planta	3	Pequeña
<b>26</b>	Hoja: anchura del limbo	7	Ancho
<b>27</b>	Pedúnculo: longitud	3	Corto
<b>28</b>	Mazorca: longitud	3	Corta
<b>29</b>	Mazorca: diámetro	5	Muy pequeño
<b>30</b>	Mazorca: forma	2	cilindro cónica
<b>31</b>	Mazorca: número de hileras de granos	1	Muy bajo
<b>32</b>	Solo variedades con mazorca con tipo de grano: dulce o ceroso: Mazorca: número de colores de los granos	1	Uno
<b>33</b>	Solo variedades con mazorca con tipo de grano: dulce: Grano: intensidad del color amarillo	7	oscuro
<b>34</b>	Solo variedades con mazorca con tipo de grano: dulce Grano: longitud	5	Medio



<b>35</b>	Solo variedades con mazorca con tipo de grano: dulce Grano: anchura	7	Ancho
<b>36</b>	Mazorca: tipo de grano	1	Corneo
<b>37</b>	Solo variedades con mazorca con tipo de grano: dulce Mazorca: contracción del extremo superior del grano.	1	Débil
<b>38</b>	Mazorca: color del extremo superior del grano	4	Amarillo anaranjado
<b>41</b>	Mazorca: pigmentación antociánica de las glumas del zuro	1	Ausente o muy débil

## 4.2.- INFORME DE LA INSTITUCIÓN SOBRE LA EFICACIA DE LA INTERVENCIÓN PROFESIONAL



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF



### INFORME DE LA INSTITUCIÓN SOBRE LA EFICACIA DE LA INTERVENCIÓN PROFESIONAL.

#### INFORME DEL INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGROPECUARIO Y FORESTAL (INIAF) – TARIJA

El que suscribe Ing. Héctor Quiroga Moreno, Técnico Responsable de Certificación de Semillas del Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal (INIAF) - Tarija, me permito realizar el siguiente informe, el mismo que constituye un requisito según el formato para trabajos dirigidos.

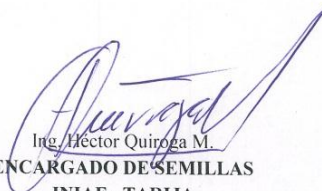
El Trabajo Dirigido realizado por el estudiante Diego Osmar Martínez Quispe, que lleva por título **CARACTERIZACION DE LA VARIEDAD CRIOLLA DE MAIZ MOROCHO-ROMANO EN SU PRIMER CICLO DE SELECCIÓN, EN LA COMUNIDAD DE PIEDRA LARGA.** Lo realizó de acuerdo a lo establecido a su plan de trabajo, incluido en el perfil de trabajo dirigido. La participación del universitario en los trabajos de verificación visual de las características fenológicas del cultivo de maíz, se realizó en base a lo que establece el Caracterizador de la UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales), para el cultivo de maíz.

Los resultados de la caracterización visual están dentro de los caracteres establecidos por la UPOV.

El estudiante cumplió con el convenio interinstitucional firmado por ambas instituciones y demostró interés y prestancia en la ejecución de su trabajo y en el apoyo en el Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal (INIAF).

Es cuanto se informa en apego a la verdad.

Tarija, 19 de abril del 2017

  
Ing. Héctor Quiroga M.  
ENCARGADO DE SEMILLAS  
INIAF - TARIJA

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF  
Av. Panamericana, Km 2.5 Carretera a Tomatitas  
Teléfono/Fax: (591) 4-6643513  
www.iniaf.gob.bo  
Tarija - Bolivia

**iniaf**  
Instituto Nacional de Innovación  
Agropecuaria y Forestal

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES**

## 5. CONCLUSIONES

Una vez concluido el trabajo e interpretado los datos obtenidos durante toda la realización del mismo se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se ha caracterizado a la variedad criolla Morocho Romano en las condiciones medio ambientales de la comunidad de Piedra Larga, con 41 caracteres que describen a la variedad criolla, la cual tiene las siguientes características:
- El carácter altura de la planta indica que es de porte bajo, con una altura promedio de 1.55 m; las hojas son color verde, con ápices puntiagudos, con una curvatura de limbos moderadamente recurvada y vainas con pigmentación antociánica predominantemente fuerte.
- La espiga es abierta presentando glumas con una pigmentación antociánica fuerte; también posee anteras con una pigmentación antociánica fuerte. Con una longitud media de la rama principal y un número medio de ramificaciones primarias. Ramas laterales de las espigas delgadas y moderadamente recurvadas, con un ángulo grande respecto a la rama principal de la panícula ( $\pm 75^\circ$ ). Los días a la floración masculina (98 días) y femenina (103 días) indican que es de un ciclo medio a tardío.
- La mazorca presenta estigmas con una pigmentación antociánica media, con una época de aparición media a tardía. El número promedio de mazorcas por planta fue de una unidad, con una longitud y diámetro de 11.83 cm y 3.68 cm, respectivamente.
- Mazorcas con forma cilindro cónica, tamaño medio de 8 hileras de granos redondeados con una longitud, ancho y grosor promedio de 1.3 cm, 1 cm y 0.45 cm, respectivamente. Endospermo amarillo y una contracción del extremo superior del grano débil; en las mazorcas predomina el zuro blanco. Las mazorcas se encuentran adheridas muy bajo de la planta. Tallo delgado

con ausencia de raíces de anclaje y con un grado de zigzagueo ausente o muy ligero, y una pigmentación antociánica fuerte de los entrenudos.

- Se ha determinado la existencia de variación genética respecto al carácter altura de planta e inserción de la mazorca.

**CAPÍTULO VI**  
**RECOMENDACIONES**

## 6. RECOMENDACIONES

Una vez concluido el trabajo se recomienda los siguientes aspectos:

- Inscripción de la variedad criolla Morocho Romano en el Registro Nacional de Variedades.
- Promover al conocimiento y difusión de la variedad Morocho Romano para consumo en choclo y grano, a los agricultores de la región.
- La realización de trabajos de caracterización de las variedades que no tengan una descripción varietal o estén prontas a ser lanzadas, con la finalidad de controlar la pureza genética y física de cada variedad y establecer la confianza en el mercado de semilla.
- Se determinó que existe variación genética dentro de la población por la que se recomienda hacer un trabajo de mejoramiento y purificación de la población para lograr plantas homogéneas y estables.