

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Por su importancia, los tipos de maíz que mayormente se producen en la región son: el algarrobal 101 y 102, perla, blando harinoso considerados como variedades nativas cuya pureza genética se está deteriorando debido al alto grado de contaminación que estas adquieren por influencia de polen de otras variedades locales e introducidas.

La producción de maíz nativo en estas zonas está destinada, en su mayoría al comercio.

La tendencia que sigue la agricultura en el Chaco es la del monocultivo, sobre todo aquella enfocada a la producción para el mercado como maíz grano, actividad que los medianos agricultores campesinos realizan con la utilización de variedades mejoradas en maíz híbridos.

La introducción de variedades mejoradas y últimamente variedades de maíz híbridos, está provocando el desplazamiento y el abandono de las variedades nativas de menor rendimiento pero de alta importancia en la alimentación humana.

El uso de maíces híbridos constituye un paso importante para el desarrollo de la agricultura, siendo considerado una de las mejores innovaciones en el Fito mejoramiento.

Las características deseables en plantas de maíz son, principalmente, poca altura de planta, mayor precocidad y hojas superiores erectas.

El sistema de producción de maíz híbrido son más precoces y de porte más bajo, que puedan sembrarse a altas densidades.

Con la introducción de las variedades de maíz híbrido Dekalb, ATL 200, y DAS 710 en la comunidad de La Abra Campo Verde-provincia Gran Chaco se podrá llegar a

tener una mayor producción de grano para el comercio y mayores ingresos para los productores.

El maíz, es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tanto por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal. La producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70%) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22%) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas (Agripac S.A.2007).

El maíz tiene importancia especial dado que este cereal constituye la base de la alimentación de la población en general, es el segundo cultivo del mundo por su producción después del trigo. El maíz es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, es una buena fuente de almidón. Pero por su contenido de proteína es más bajo que el de otros cereales (FAO, 2007).

En México, el maíz ha llegado a convertirse en un elemento de gran interés por las características fisiológicas de la planta, pero aún más por el trabajo de domesticación y conocimiento tradicional de los agricultores durante miles de años, que da como resultado una diversidad morfológica que va desde sus antecesores silvestres a razas más avanzadas, pasando por las variedades criollas y los cultivares mejorados mantenidos durante generaciones por los agricultores. Esta diversidad fisiológica y morfológica se asocia a los distintos usos del maíz. Si bien el uso principal es para el consumo humano, existen variedades exclusivas para determinados usos, por ejemplo, variedades de uso forrajero (Ortega-Paczka 2003).

Por otra parte, en la actualidad la industria lo utiliza para obtención de compuestos químicos como miel y azúcar de maíz, dextrosa, almidón o fécula, aceite, color caramelo, dextrina, malato dextrina, ácido láctico sorbitol, y etanol que son

comercializados en alimentos, medicinas, cosméticos y otros productos industriales. Al obtener el etanol se le considera al maíz un recurso renovable (Kato et al. 2009).

Desde el punto de vista cultural, el cultivo del maíz no implica solo a la planta, sino también la organización y creación de innumerables técnicas para cultivarlo, el surgimiento y persistencia de creencias y el simbolismo en ceremonias religiosas, su uso en regalos de bodas o como retribución al trabajo comunitario. Las sociedades y organizaciones occidentales consideran a las variedades criollas como parte del patrimonio común de la humanidad (Kato et al. 2009).

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Se justifica el uso de semillas de maíz híbrido por ser estas de muy buenas características genéticas, siendo más resistentes al ataque de plagas y enfermedades con una mayor resistencia a la sequía, aspectos que conviene a los productores porque así podrían mejorar su rentabilidad teniendo una mayor producción en grano.

Con esta investigación se busca introducir híbridos que son prometedores en rendimiento y calidad de grano, lo que viene a constituir como una alternativa de producción para los productores de la zona de estudio.

Razón por la cual, diversas instituciones estatales y privadas vienen realizando estudios con el objetivo de incrementar los niveles de rendimiento y de producción de nuevos materiales híbridos para desarrollar un alto nivel productivo con plantas más resistentes a enfermedades y adaptado a diferentes ambientes de producción.

## **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la comunidad de la Abra Campo Verde ubicada en la provincia Gran Chaco se cultiva variedades de maíz, como el Algarrobal (101, 102) a secano y con rendimientos bajos, cultivo que data desde varios años atrás.

Si bien para estos cultivos se emplean maquinarias agrícolas los rendimientos se mantienen como bajos.

El costo del trabajo está provocando el uso de materiales reciclados de cultivos anteriores, cuyo rendimiento está considerado por debajo al de los híbridos, o en otros casos el desconocimiento de la procedencia de las semillas, las que muchas veces no dan la producción esperada para el agricultor.

Muchas veces las producciones que se obtienen no justifican la inversión que se realiza, debido a que no se utilizan semillas certificadas, sobre todo los híbridos que tienen un alto potencial de producción por unidad de superficie.

En la zona la falta de asistencia técnica y el alto costo de semillas certificadas ha generado que los agricultores produzcan sus cosechas en forma tradicional, utilizando las semillas de su cosecha los cuales no llegan a superar los rendimientos de un híbrido.

¿Con la introducción de estos híbridos se podrá incrementar el rendimiento de grano en la zona de estudio y así tenga un mayor ingreso el agricultor?

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el rendimiento de tres variedades de maíz híbrido (Dekalb, ATL 200, DAS 710) para luego recomendar el mejor híbrido a los productores de la comunidad de la Abra Campo Verde-provincia Gran Chaco y así tengan un mayor ingreso económico.

##### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el comportamiento de los híbridos comerciales de maíz (Dekalb, ATL 200 y el DAS 710) en la provincia Gran Chaco para obtener datos útiles en la producción y ser empleados en la industria de alimentos balanceados y otros fines.
  
- Determinar cuál es el mejor híbrido de acuerdo a los rendimientos obtenidos en el ensayo, para poder recomendar a los agricultores de la Provincia Gran Chaco los híbridos que se adaptan a la zona de estudio.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ORIGEN**

Un influyente estudio ha demostrado que en lugar del modelo de domesticaciones independientes múltiple, todo el maíz surgió de una sola domesticación en el sur de México hace unos 9.000 años. El estudio también demostró que los tipos de maíz más antiguos que sobreviven son los de las tierras altas de México. Más tarde, se extendió el maíz de esta región en las Américas a lo largo de dos grandes caminos. Esto es coherente con un modelo basado en el registro arqueológico que sugiere que el maíz se diversificó en las tierras altas de México antes de extenderse a otras culturas de América del Norte, a las tierras bajas de Centroamérica y a Sudamérica (Matsuoka et al.2002).

En el imperio incaico, debido a la importancia que tenía el maíz, se utilizó para realizar ofrendas en las ceremonias religiosas. También se acostumbraba a poner mazorcas de maíz junto a los objetos valiosos en las tumbas incas.

El maíz fue una de las especies importadas a Europa tras el descubrimiento de América.

En Galicia y en la cornisa Cantábrica el maíz se adaptó muy bien a la climatología y dado el alto rendimiento de estos cultivos su explotación se fue extendiendo hacia toda Europa. Esta temprana adopción, muy probablemente, fue debida a su semejanza con los cereales europeos, a diferencia de otras plantas, como la patata, que eran más extrañas y hasta sospechosas. Sin embargo no fue importante para la alimentación de los europeos hasta bien entrado el siglo XIX (Matsuoka et al.2002).

Podemos decir que el cultivo del maíz fue causa y consecuencia de la Revolución Industrial en la agricultura: el maíz aumentó el rendimiento de la superficie cultivada y permitió la estabulación de los animales, que empezaron a ser alimentados con piensos, mientras producían el estiércol necesario para abonar los cultivos.

El maíz constituyó desde entonces una parte muy importante de la dieta tanto humana como animal en Europa. Sin embargo, en los estratos más bajos de la sociedad Europea de la época, la dieta se empobreció en cuanto a variedad y el maíz pasó a ser la base fundamental de la dieta (Matsuoka et al.2002).

## **2.2. TAXONOMÍA DEL MAÍZ**

**Reino:** vegetal

**Phylum:** Telemophytae

**División:** Tracheophytae

**Subdivisión:** Anthophyta

**Clase:** Angiospermae

**Subclase:** monocotiledóneae

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Subfamilia:** Panicoideae

**Tribu:** Maydeae

**Nombre Científico:** *Zea mays L.*

**Nombre Común:** maíz

**Fuente:** Herbario Universitario (Acosta, 2016).

## **2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL MAÍZ**

### **2.3.1. Raíz**

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen raíces de los nudos a nivel del suelo, ocurre en aquellas raíces secundarias o adventicias. Las 4 o 5 raíces que se desarrollan inicialmente a partir de la semilla (raíces primarias) solo son funcionales durante los primeros estadios de desarrollo. Estas raíces se van degenerando y son sustituidas por otras

secundarias o adventicias, que se producen a partir de los 8 o 10 primeros nudos de la base del tallo, situados por debajo del nivel del suelo, formando un sistema radicular a modo de cabellera que se extiende a una profundidad variable. (Verissimo L. 1999).

### **2.3.2. Tallo**

El tallo central del maíz es un eje formado de nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varía considerablemente. La parte inferior y subterráneo del tallo, tiene entrenudos muy cortos, de los que salen las raíces principales y los brotes laterales. Tiene una zona de crecimiento activo situado en la parte del entrenudo, de menos de 0.5 mm de ancho, en la que se produce tejidos y donde existe elongación. El tallo de maíz puede incrementar a longitud durante el período de crecimiento, pues cada entrenudo tiene un área activa de producción y elongación de tejidos (León, 1987).

### **2.3.3. Hojas**

La hoja de maíz, como la de otras gramíneas, está constituida de vaina, cuello. La vaina es una estructura cilíndrica abierta hasta 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 (Parsons D. 1998).

La planta de maíz posee entre 15 y 30 hojas que crecen en la parte superior de los nudos, abrazando el tallo mediante estructuras llamadas vainas. La cara superior de la hoja es pilosa, adaptada para la absorción de energía solar, mientras que la cara inferior, glabra, tiene numerosos estomas que permiten el proceso respiratorio. En la superficie foliar, justo en la unión del limbo con la vaina, existe una proyección delgada y semitransparente que envuelve el tallo llamada lígula, su función es restringir la entrada de agua y reducir las pérdidas por evaporación (Díaz A., 1993).

### **2.3.4. Flores e inflorescencia**

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominada espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla

que compone la panícula, se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. (CIMMYT. 1994).

Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas; a esta se le llama mazorca. La mazorca tiene una 11 parte central que se llama zuro, también conocida por los agricultores por diferentes nombres como “corazón” o “tuza”. (CIMMYT. 1994)

El maíz es una planta monoica, es decir, presenta en la misma planta flores masculinas y femeninas. Las flores masculinas se agrupan en una panícula terminal llamada espiga, y las femeninas se reúnen en varias panojas o mazorcas que nacen de las axilas de las hojas del tercio medio de la planta. Las espigas están formadas por glumelas (un par), estambres (tres fértiles) y un pistilo rudimentario. Cada espiguilla posee dos florecillas funcionales y cada una de éstas posee tres anteras productoras de polen. Cuando las condiciones fisiológicas y ambientales lo permiten, las anteras liberan el polen y se produce la polinización, que ocurre casi siempre dos a tres días antes de la aparición de los estigmas o cabellos de la mazorca (Díaz A., 1993).

### **2.3.5. Mazorca y semilla**

En el maíz la espiga es compacta y está protegida por las hojas transformadas. Las hojas que envuelven la mazorca se llaman tusas. El olote consiste en tres partes que son: externamente, los granos o cariopsis que la completamente, excepto el ápice; una zona de inserción de granos; y, el central, con la médula suave y a veces vacía.

La semilla madura se compone de pericarpio, endospermo que ocupa la mayor parte y embrión. El color del endospermo en los maíces tropicales puede ser amarillo, estos últimos corresponde a cultivares de mayor valor nutritivo (Márquez, 1988).

## **2.4. CICLO VEGETATIVO**

Una vez el maíz germinado, empieza el periodo de crecimiento en el cual aparece una nueva hoja cada tres días, si las condiciones de clima son normales a los 20 días de la nacencia, la planta deberá tener 5 a 6 hojas, alcanzándose su plenitud foliar dentro de cuatro o cinco semanas. Se considera como la fase de floración en el

momento en que la panoja formada se encuentre emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos, la emisión del polen suele durar en función de la temperatura y de la disponibilidad hídrica, unos 8 o 10 días. (Verissimo L. 1999).

#### **2.4.1. Genética del maíz**

El maíz es un cultivo continuamente sometido a investigaciones científicas en aspectos genéticos, se está evaluando su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información, ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (masculina) por lo que se pueden crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado. (Verissimo L. 1999).

Los objetivos de estos cruzamientos van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción. Por ello, se selecciona en masa aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten unas características determinadas de lo que se quiera conseguir como mejora de cultivo. También se selecciona según la forma de la mazorca de maíz, aquellas sobre todo que posean un elevado contenido de granos sin deformación. (Verissimo L. 1999).

#### **2.5. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

La preparación del suelo depende del sistema de producción utilizado por el productor. Esta actividad también se ve influenciada por otros factores como precipitación, tipo de suelo y condición económica del productor. Hay que recordar que para el productor el recurso más valioso es el suelo, por lo tanto, debe conservarlo. Una adecuada preparación del suelo, ayuda a controlar malezas, enriquecer el suelo incorporando rastrojos. La permeabilidad, controla algunas plagas y permite una buena germinación de la semilla. La práctica de arar todo los años a igual profundidad produce compactación del suelo, justo por debajo de la profundidad a que se efectúa la arada; esto reduce en forma notable el crecimiento de las raíces y el movimiento del agua en el suelo. En nuestro país se conocen dos tipos de preparación de suelo. La

convencional y la labranza de conservación de suelo y agua o mínima labranza (Brizuela, L.B. 1987).

### **2.5.1. Labranza Convencional**

El número de pasadas de rastra depende del tipo de suelo y la solvencia económica del productor. Por lo general, en suelos francos es necesaria una arada y dos pases de rastra. Hay productores que practican varias modalidades de preparación de suelo de acuerdo al terreno, oportunidad financiera y disponibilidad de maquinaria y equipo. Algunas de estas modalidades son:

- Una (1) arada, dos (2) pases de rastra y siembra con maquinaria (alta tecnología).
- Una (1) arada, 1 o 2 cruzadas y surcado con bueyes (tecnología de costo reducido).

La preparación de suelos para el cultivo del maíz con maquinaria de tracción motriz, depende de las posibilidades financieras del agricultor. En las regiones donde hay problemas con maquinaria de tracción mecánica se recomienda el uso de arado, rastra, sembradora, cultivadora o sea implementos agrícolas movidos por tracción animal, los cuales son muy Eficaces (Brizuela, L.B. 1987).

### **2.5.2. Labranza mínima (no convencional)**

Implica el laboreo anterior a la siembra con un mínimo de pasadas de maquinaria anterior a su corte (rastrón, rastra doble, rastras de dientes, cultivador de campo). Se provoca la aireación del suelo, pero hay menor inversión y mezclado de este. Se aceleran los procesos de mineralización de nutrientes pero a menor ritmo que en el caso anterior. Quedan más residuos vegetales en superficie y anclados en la masa del suelo; por tanto, el riesgo de erosión es menor (Aldrich, S. R. y Long M.E.G.R. 1994).

Este tipo de preparación del suelo, permite la reducción del número de labores o pases de implementos, utilizando los cinceles rígidos o vibratorios. Se consideran adecuadas de una a tres labores para preparar el suelo, incluyendo la desbrozada o guadañada de la cobertura dejada por el cultivo anterior. La labranza vertical realizada

con cinceles rígidos o vibratorios, rompe mejor el suelo a profundidades adecuadas, evitando invertir las capas del suelo como ocurre con los implementos de discos. Los suelos arenosos de zonas planas, necesitan un pase de cincel, mientras que los pesados requieren de dos pases con el fin de romper las capas endurecidas ya sea por el uso continuo de equipos de labranza convencional como arados de discos o por el pisoteo del ganado. Los residuos de cosechas anteriores deberán picarse con guadaña o desbrozadora, facilitando así el trabajo del cincel. Cuando se usan suelos con pendientes pronunciadas, se debe evitar su preparación con maquinaria, bueyes o azadón, debido a que ocasionan problemas de erosión. En estos casos se debe usar labranza mínima, preparando solo el sitio de siembra de la semilla y combinando el uso de machete o guadaña con herbicidas, para dejar residuos sobre el suelo que ayuden a evitar la erosión en los primeros estados de desarrollo del cultivo y también sirvan para aumentar la infiltración del agua y reducir su evaporación (Andrade, 2000).

### **2.5.3. Labranza cero o siembra directa**

Para implementar el uso de la siembra directa, se requieren suelos con buenas condiciones físicas, químicas, biológicas y libres de malezas. Es compatible con suelos bien estructurados, profundos, friables, bien drenados y con alto contenido de materia orgánica. La labranza cero podría dar malos resultados en suelos pesados y con mal drenaje o en suelos compactados bajos en materia orgánica; por tal motivo, la implementación de éste tipo de labranza se debe hacer en forma gradual, comenzando con labranza reducida. La siembra directa y el control de malezas son dos prácticas íntimamente ligadas. El método consiste en quemar químicamente la maleza y los restos del cultivo anterior, depositar la semilla con sembradoras adaptadas especialmente para ésta labranza; el único laboreo del suelo se hace con discos cortadores en la sembradora que abren una ranura delgada para la semilla. El rastrojo resultante se deja en la superficie para que actúe como mulch (Ospina, J.G. 1999).

Esta tecnología permite realizar la siembra del cultivo sin ninguna labor de preparación del suelo, toda vez que la máquina posee discos de corte, sección de siembra y aplicación de fertilizantes, y ruedas prensadoras o compactadoras cuya función es cerrar el corte hecho y dejar en contacto la semilla con el suelo. En suelos livianos se recomienda el uso de discos de corte ondulados; en suelos semipesados con restos de cosecha, los discos corrugados; y en los pesados con bastantes restos de cosecha, los discos estriados (Ospina, J.G. 1999).

#### **2.5.3.1. Ventajas de la labranza cero en el corto plazo**

- Menor uso de elementos mecánicos necesarios en el proceso productivo
- El consumo de combustible se reduce a menos del 70%,
- Se reduce en un 80% el tiempo requerido para la preparación del suelo, lo que permite sembrar dentro de la época recomendada para cada zona.
- El uso de Insumos como pesticidas y fertilizantes se disminuye en la medida que se continúa el sistema.
- Baja la Inversión en maquinaria y equipos; se necesitan tractores de baja a mediana potencia, así como sembradora, desbrozadora, cinceles y fumigadoras.
- La necesidad del agua para producir un kilogramo de grano de maíz es menor, lo que mejora la eficiencia en su uso; también se presenta menor evapotranspiración y menor escorrentía en éste sistema.
- En consecuencia, se reducen los costos de producción y se incrementa la rentabilidad del cultivo (Ospina, J.G., Moreno B.,A. 2004)

#### **2.5.3.2. Ventajas de la labranza cero a largo plazo**

- Mejoramiento de las condiciones físicas del suelo como temperatura, humedad, estructura, porosidad, densidad, infiltración y capacidad de almacenamiento.
- Incremento en contenido nutricional del suelo de macro y micronutrientes como nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio y elementos menores, así como de materia

orgánica. Esto se presenta como consecuencia de la formación de un colchón o mulch que además de impedir la acción de las lluvias sobre el lavado de nutrientes, juega un papel importante en el ciclo de nutrientes.

- Todas las especies de microorganismos aumentan su población y dinámica.
- Se disminuye la erosión, inclusive se observa cierta recuperación de horizontes perdidos; esto sucede cuando existe una adecuada rotación de cultivos y abundante cobertura (Ospina, J.G., Moreno B., A. 2004).

#### **2.5.4. Siembra**

La semilla es el Insumo de menor costo por área en el cultivo de maíz, pero es el componente que más incide en la productividad. Es conveniente sembrar semilla mejorada de variedades genéticamente puras.

Los híbridos producen mayores rendimientos pero son más exigentes en cuanto al manejo, principalmente en fertilización para que puedan expresar todo su potencial productivo. Los pequeños productores hacen la mayor parte de la siembra en forma manual, los medianos y grandes productores generalmente utilizan sembradoras mecánicas.

Los productores de ladera, donde se usa la cero labranza o labranza mínima, realizan la siembra en cuadro o en hileras. En forma manual, utilizan el azadón. La densidad de población por unidad de área depende de varios factores. Entre los más importantes están los siguientes: fertilidad del suelo, humedad disponible, porcentaje de germinación y características agronómicas de la variedad.

En zonas donde los suelos son fértiles y la lluvia es abundante, deberá sembrarse una mayor cantidad de semilla que en los suelos medianamente pobres y con lluvias escasas. Las variedades mejoradas soportan mayor densidad de población en comparación con las variedades criollas. Al sembrar con maquinaria es importante una buena calibración del equipo de sembrar con la finalidad de obtener la población deseada. Además el grano debe quedar a una profundidad (infoagro, 2004).

#### **2.5.5. Control de malezas**

El problema de las malezas en el maíz es uno de los factores que mayor influencia tiene en el rendimiento final del cultivo. El control de malezas consiste en la aplicación de una serie de prácticas utilizadas para reducir al mínimo la competencia que las malezas ejerzan sobre el cultivo y la calidad de éste. Para recomendar el método más adecuado en el control de malezas en cada caso particular es necesario conocer el ciclo de vida, hábito de crecimiento, adaptabilidad a diferentes condiciones del ambiente y del suelo y la manera de propagación de cada una de las malezas establecidas en la labranza (infoagro, 2004).

En el control de malezas se recomiendan usar los métodos siguientes:

#### **2.5.6. Control cultural**

Son todas aquellas prácticas disponibles en la comunidad por el productor, que aseguran el desarrollo rápido y vigoroso del cultivo, para que pueda competir favorablemente con las malezas, entre esas prácticas se encuentran las siguientes: Buena preparación del suelo. Destruye las malezas presentes en el campo y crea condiciones favorables para el desarrollo de la planta. Siembras de variedades bien adaptadas a la zona. Estas variedades en su crecimiento inicial son vigorosas puede superar la competencia ejercida por las malezas. Buena y oportuna fertilización. Asocio del maíz con leguminosas. Estas siembras permiten mejorar las condiciones del suelo en la labranza y la presencia de insectos benéficos en el ambiente, el hábito de crecimiento de las leguminosas ayuda a bajar las poblaciones de las malezas principalmente las gramíneas (infoagro, 2004).

#### **2.5.7. Control mecánico**

Este método es bien usado por los pequeños productores cuando el control químico no ha sido satisfactorio. El método puede ser recomendado en zonas con abundancia de mano de obra. Entre las prácticas de control mecánico se encuentren las siguientes (Aldrich, S. R. y Long M.E.G.R. 1994).

- **Deshierbe manual.**

Es muy efectivo, solo en áreas reducidas o en sitios donde no es posible remover las malezas con herramientas.

- **Deshierbe con implementos manuales.**

El corte de las malezas con machete, azadón, u otros instrumentos se usa especialmente en terrenos de laderas y pedregosos.

- **Laboreo sistemático.**

Las prácticas de arar, rastrear y cultivar periódicamente reduce considerablemente el problema de las malezas. Reduce la población de semillas por la destrucción de las plantas o por provocar su germinación (Aldrich, S. R. y Long M.E.G.R. 1994).

### **2.5.8. Control químico**

Este control presenta ventajas sobre los métodos anotados anteriormente como: rapidez de aplicación y de acción, eficacia, seguridad, amplitud y oportunidad de control. El objetivo del control químico es evitar o reducir la competencia que ejercen las malezas sobre el cultivo ya sea eliminándolas o retardando su crecimiento (Aldrich, S. R. y Long M.E.G.R. 1994).

### **2.5.9. Pre siembra Incorporado**

Es importante recordar que el control de malezas en parcelas pequeñas se puede hacer en forma manual con azadón, machete o al aporque, utilizando la tracción animal con la cultivadora, en extensiones grandes se puede utilizar maquinaria agrícola si el suelo y las condiciones climáticas lo permiten. Cuando transcurren 3 a 4 semanas de la emergencia de la planta aparecen las primeras hierbas de forma espontánea que compiten con el cultivo absorción de agua y nutrientes minerales. Por ello, es conveniente su eliminación por medio de herbicidas (Llanos, M. C., 1984).

### **2.5.10. Aporque**

El aporque o escarda consiste en arrimar tierra al pie de las plantas y se realiza cuando el maíz alcanza una altura de 35 centímetros; las ventajas de esta labor son la

eliminación de malezas, las raíces aéreas alcanzan a fijarse en el suelo, le da resistencia al maíz contra el acame (Cofupro, 1984).

## **2.6. DENSIDADES ÓPTIMAS POR HÍBRIDO**

El cultivo de maíz, al igual que otros cultivos, tiene la capacidad de crecer y producir granos a través de los recursos que le ofrece el ambiente donde está situado. La radiación que capturan las hojas, más el agua y los nutrientes que toman las plantas del suelo, hacen que el cultivo de maíz produzca biomasa vegetal que luego se transformará en rendimiento. En condiciones no limitantes de agua y nutrientes, la mayor captura de radiación permitirá un mayor rendimiento potencial. Una de las maneras con que se puede aumentar la captura de radiación es por medio del aumento en la densidad de plantas por hectárea, pero ese incremento no es indefinido y va a estar condicionado principalmente por los recursos ambientales disponibles (Kruk & Satorre, 2006).

El aumento en el número de plantas por hectárea va a permitir aumentar uno de los componentes del rendimiento más importantes que es el número de granos por m<sup>2</sup>, pero este incremento no es lineal, dado que existe un momento en donde la tasa de crecimiento por planta es tan baja (producto de la competencia entre plantas) que puede llegar a reducir el número de granos fijados y hasta inhibir la formación de espigas ocasionando menores rendimientos.

Hay que considerar también que el maíz es una de las especies que menos herramientas posee a la hora de compensar, es por eso que resulta importante conocer cuál es la densidad óptima para el ambiente en que se está cultivando maíz y así poder aprovechar al máximo el potencial que tienen los híbridos sin limitar rendimiento (densidades supra óptimas) ni resignar rendimiento (densidades sub óptimas) (adaptado de Andrade et al., 1996 por Kruk y Satorre, 2003).

El determinante más importante de la densidad de plantas óptima en un determinado sitio es el potencial ambiental, entendiendo por esto a la oferta de recursos con que cuenta ese sitio (Ej.: agua, radiación, temperatura, nutrientes, profundidad del suelo,

etc.) de modo que cuanto mejor sea la oferta ambiental, la densidad óptima va a tender a ser mayor.

En ambientes o situaciones de baja productividad deberemos ser cautos a la hora de decidir la población de plantas dado que un exceso de las mismas puede provocar pérdidas de rendimiento por aborto de granos y/o espigas que generalmente son de mayor magnitud al rendimiento resignado por falta de plantas si mejoran las condiciones ambientales (adaptado de Andrade et al., 1996 por Kruk y Satorre, 2003).

## **2.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

### **2.7.1. Suelo**

El maíz se desarrolla muy bien en todos los tipos de suelo, pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular. (Pitty A. 2002).

### **2.7.2. Agua**

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y gravedad. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua si mantienen una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego 10 a 15 días antes de la floración (Pitty A. 2002).

Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado, por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada (Pitty A. 2002).

### **2.7.3. Clima**

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C, y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C (Agripac S.A.2007).

Las temperaturas que el maíz tolera para su buen desarrollo están entre 23°C y 32 °C, siendo las temperaturas subletales 40 °C y las letales 45 °C (Zhang et al; 1994, Maiti et al; 1996).

## **2.8. INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS EN EL CULTIVO**

### **2.8.1.NITRÓGENO**

El nitrógeno es el elemento más limitante en la producción de maíz, y por tanto, en el rendimiento del cultivo. Este elemento es necesario para la formación de proteínas estructurales y de proteínas enzimáticas, la falta de nitrógeno lleva inmediatamente a reducir el crecimiento de las hojas, del grano y también afecta la conversión a materia seca por la disminución en la radiación interceptada (García M., 2008).

El N influye en el rendimiento y también en la calidad, pues de él depende el contenido en proteínas del grano. Cuando la planta padece hambre de N, disminuye el vigor, las hojas son pequeñas, las puntas de las hojas toman color amarillo, que poco a poco se va extendiendo a lo largo de la nervadura central, dando lugar a una especie de dibujo en forma de V (García M., 2008).

Al acentuarse la carencia de N, la hoja entera amarillea, y paulatinamente van poniéndose amarillas las hojas por encima de la primera.

La absorción del nitrógeno por la planta constituye una de las partes más importantes del ciclo del nitrógeno en los suelos agrícolas. Las plantas pueden utilizar tanto la forma nítrica como la forma amoniacal. Esta absorción es la que el agricultor debe optimizar para conseguir una óptima producción y un beneficio económico. Finalmente el nitrógeno absorbido por las raíces de las plantas es traslocado en el

xilema a las partes superiores de la planta. La forma en la cual el nitrógeno es transportado depende de la fuente de nitrógeno absorbida y del metabolismo de la raíz (Salisbury y Ross, 1992).

La absorción del N tiene lugar, especialmente, en las cinco semanas que transcurren desde diez días antes de la floración hasta veinticinco o treinta días después de ella. Durante estas 5 semanas la planta extrae el 75% de sus necesidades totales (Maldonado, 1993).

Las mazorcas procedentes de plantas que han sufrido falta de nitrógeno tienen las puntas vacías de grano.

### **2.8.2.FÓSFORO**

La falta de fósforo produce deficiente formación de los órganos reproductores; además, éste elemento contribuye a una mejor utilización del N, por lo que es de gran importancia en los primeros estados de crecimiento vegetativo. El fósforo es importante para el desarrollo y la maduración de la semilla y de las raíces y es responsable de la formación del núcleo en la división celular y de la transmisión de los factores hereditarios. También participa en la fosforilación, la fotosíntesis, la respiración, la síntesis y la descomposición de carbohidratos, proteínas y grasas. (Salisbury y Ross, 1994).

El ácido fosfórico favorece la fecundación y el buen desarrollo del grano. Favorece también el desarrollo de las raíces. En una carencia de fósforo, los pistilos emergen muy lentamente, lo que origina fecundaciones que dan mazorcas irregulares y que suelen tener carreras de granos rudimentarios.

La absorción del fosfórico por la planta es importante en las proximidades de la floración y continúa durante unos tres meses. Las cinco semanas de necesidades máximas de N coinciden con las de fósforo (Andrade, Darwich, 1996).

### **2.8.3.POTASIO**

La carencia de potasa origina raíces muy débiles, y las plantas son muy sensibles al encamado, así como al ataque de los hongos. En las plantas jóvenes se nota a veces

la carencia de potasa en que las plantas toman tonalidades amarillas o amarillo-grisáceas, apareciendo algunas veces rayas o manchas amarillentas. Las puntas y los bordes de las hojas se secan y aparecen como chamuscadas o quemadas (Lazcano, I. 1997).

La falta de potasa se nota en las mazorcas en que, como en el N, quedan vacías las puntas.

El maíz necesita las dos terceras partes de la potasa durante el mes que transcurre desde quince días antes hasta quince días después de la floración (Lazcano, I. 1997).

## **2.9. IMPORTANCIA DE LAS INVESTIGACIONES EN EL MAÍZ**

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

- a) Es una cosmopolita y se produce en diferentes ambientes y latitudes a nivel mundial;
- b) La polinización cruzada o las autopolinizaciones se pueden efectuar con lo cual facilita el implementar metodologías de hibridación;
- c) Se obtienen cantidades de semilla de una sola planta;
- d) Existen muchas características hereditarias de fácil observación
- e) el maíz contiene muchos recesivos que se manifiestan mediante la autofecundación, debido a que la especie normalmente son de polinización cruzada (Larios, Castellanos, Queme y Pérez, 1992).

## **2.10. OBJETIVOS EN EL MEJORAMIENTO DEL MAÍZ HÍBRIDO**

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del Fito mejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas en su cultivo y en su productividad, rápida y ampliamente difundidas; ha sido también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos. Actualmente la revolución híbrida no está limitada a los cultivos de

fecundación cruzada, donde se originó exitosamente, y el desarrollo de los híbridos se está difundiendo rápidamente a las especies auto fecundas (Paliwal, R.L. 1986).

En algunas zonas subtropicales y otros ambientes favorables en los trópicos con condiciones para una alta productividad del maíz, los maíces híbridos han sido bien aceptados. En grandes áreas se obtienen rendimientos medios de 5-6 tn/ha, pero esto, sin embargo, no sucede en la mayoría de los ambientes tropicales en que se cultiva maíz. Hay ejemplos de áreas y países donde el maíz híbrido cubre 80-90% de la misma, pero aun así, el rendimiento medio oscila entre 2 -2,5 tn/ha. Se han ofrecido varias explicaciones a este hecho, entre las cuales las condiciones socio-económicas ocupan un lugar preponderante; sin embargo, se debe analizar primeramente la adecuación de los maíces híbridos. Estos serán tan buenos como los progenitores que participan en su combinación y a su vez serán la única fuente de germoplasma de la cual derivan (Paliwal, R.L. 1986).

### **2.10.1. Rendimiento.**

La capacidad peculiar del maíz híbrido para producir rendimientos superiores es la razón de que haya sustituido en forma tan rápida a las variedades de polinización libre.

El rendimiento es el objetivo más complejo con que trabaja el mejorador de maíz, básicamente está determinado por la acción de numerosos genes, muchos de los cuales afectan a procesos vitales dentro de la planta (Pérez Rodas, C.N. 1997).

#### **2.10.1.1. Generación del rendimiento**

El rendimiento en grano queda determinado por la manera en que el cultivo particiona la biomasa acumulada durante su crecimiento entre los órganos de cosecha y el resto de la planta. Durante los primeros días del ciclo, el crecimiento del cultivo está en su mayor parte orientado a generar nuevos tejidos foliares. Posteriormente, durante la etapa de encañazón, el crecimiento del tallo es el que da cuenta de la mayor parte del aumento del peso total de la planta. Luego de la floración se detiene la producción de tejido foliar, el tallo continúa su incremento de peso durante un lapso de dos a tres

semanas (debido a la acumulación de sustancias de reserva) e inmediatamente después los órganos reproductivos (granos) inician un acelerado proceso de crecimiento. Hasta la floración, el cultivo acumula apenas alrededor del 40 % del peso aéreo total a cosecha. Durante la etapa postfloración, la planta experimenta un proceso de removilización y translocación de reservas (carbohidratos y nutrientes) desde el resto de la misma hacia los granos, por lo que los órganos vegetativos sufren una pérdida neta de peso hacia el final del ciclo del cultivo. Al llegar a la madurez fisiológica, el peso de los granos puede representar cerca de la mitad del total de las partes aéreas de la planta. Esa proporción se designa con el nombre de índice de cosecha (Pérez Rodas, C.N. 1997).

#### **2.10.1.2. Determinación del número de granos**

El rendimiento en grano de un cultivo de maíz se compone del número de granos producidos y del peso medio de los mismos. Tanto el número como el peso de los granos responden a los cambios que experimentan las condiciones de crecimiento del cultivo en los momentos del ciclo en que cada componente es determinado. De los dos componentes, el número de granos maduros es el que está más estrechamente relacionado con las variaciones en el rendimiento del maíz a campo. La cantidad de estructuras florales diferenciadas, potencialmente viables para dar granos maduros, no es el principal determinante en maíz del número de granos que alcanza la cosecha sino la supervivencia de esas estructuras fecundadas. De modo que en maíz cobran crucial importancia los factores y mecanismos involucrados en el aborto de esas estructuras. En el período de cuatro semanas centrado en la floración femenina el cultivo de maíz es particularmente sensible a cualquier estrés de crecimiento en cuanto al número final de granos logrados. Durante dicho período ocurre el crecimiento activo de la espiga, la aparición de los estigmas (barbas) y el comienzo del llenado del grano (Andrade, 2000).

#### **2.10.1.3. Determinación del peso del grano**

El peso del grano, resulta de la duración de su período de llenado y de la tasa a la cual acumula materia seca. Esa acumulación reconoce tres etapas. La primera se extiende

desde la fecundación del ovario hasta cerca de dos semanas posteriores. Durante esta etapa, el peso seco del grano se incrementa muy levemente pero ocurre allí una activa división celular que determina el número de células endospermáticas y de amiloplastos que constituirán los sitios de deposición de almidón. En la etapa siguiente, llamada fase de llenado efectivo, el grano incrementa su peso seco sostenidamente en forma lineal y acumula más del 80% del peso final. En la etapa final, la tasa de llenado declina notoriamente hasta hacerse nula al momento de alcanzarse la madurez fisiológica, cuando pierden funcionalidad los haces vasculares que conectaban al grano con la planta madre y el grano alcanza su peso seco final (Andrade, 2000).

### **2.10.2. Adaptación**

La adaptación, al igual que el rendimiento, es un objetivo complejo en la creación de maíces híbridos debido a que depende de muchas características de la planta los factores que afectan a la adaptación son: a) una maduración satisfactoria para el área de producción, b) la respuesta al grado de fertilidad del suelo, c) resistencia a la sequía, d) resistencia al frío.

En la época de floración del maíz, influyen la duración del día y la temperatura (Pérez Rodas, C.N. 1997).

### **2.11. POLINIZACIÓN DEL MAÍZ**

La comprensión de los métodos de mejoramiento en el maíz depende de los conocimientos de la forma de su polinización y de los efectos de los métodos de polinización sobre la composición genética de la planta de maíz. La planta de maíz ración tipo monoico; Las flores estaminadas se producen en la espiga y las flores pistiladas en el elote. La polinización se efectúa mediante la caída del polen sobre los estigmas. Aproximadamente el 95% de los óvulos de un elote sufren polinización cruzada y el otro 5% es autopolinización (León, 1987).

La espiga puede producir polen durante 3 o 4 días, La producción de polen por espiga puede ser de 20-25 millones de granos de polen.

La fertilización del óvulo se efectúa generalmente entre 12 y 28 horas después de sido polinizados los estigmas. En tiempo caluroso y seco tiende a acelerar el movimiento del polen (Jugenheimer, 1988).

## **2.12. MAÍZ HÍBRIDO**

¿Qué es el maíz híbrido? Es la primera generación de una cruce entre 2 progenitores no emparentados.

La hibridación en maíz es un método Fito técnico, que consiste en el aprovechamiento de la generación F1 derivada del cruzamiento entre dos, los cuales pueden ser líneas endogámicas, variedades de polinización libre y generaciones FI de cruza simples. Este método se basa principalmente en aprovechamiento de efectos génicos no aditivos (Márquez, 1988).

La mejora de las plantas cultivadas tiene un fin primordial, como es la creación de híbridos, cuya producción por unidad de superficie, sea superior a la de las variedades que son objeto corriente del cultivo, en un determinado medio y procedimientos culturales, (Sánchez, 1985).

En la generación de híbridos con alto potencial de rendimiento y amplia adaptabilidad a los diferentes ambientes de producción requiere un programa de mejoramiento con objetivos precisos. Así mismo reconocen que para explotar el potencial genérico de los híbridos, los aspectos agronómicos del manejo del cultivo revisten una importancia mayor que en las variedades de libre polinización señalan (Córdova, Barreto y Cross, 1992)

un programa de formación de híbridos influye mucho en el criterio del mejorador así como la metodología que se utilice para explotar la variabilidad genética con que se cuenta para llegar a desarrollar los híbridos con altos rendimientos y con buena adaptación a las diferentes zonas de producción señalan (Larios, Castellanos, Queme y Pérez, 1992).

La evaluación de las variedades introducidas en otras regiones con condiciones climáticas similares, pueden producir rápidos beneficios, si se efectúan ensayos de

campo bajo condiciones de cultivos favorables a los altos rendimientos, cuidando que todos los cultivares reciban igual tratamiento. Además de los requerimientos totales y de las características de crecimiento que favorecen la facilidad de la producción y de la cosecha, la selección debe dar énfasis a la aceptabilidad del producto en el mercado, (Litzemberger, 1986).

Cuando se siembran variedades de polinización libre, es conveniente que en cada nueva siembra el agricultor utilice semilla mejorada certificada. Si mantiene la pureza de una variedad, la semilla cosechada en un ciclo puede ser sembrada en el siguiente ciclo, repitiendo esta operación hasta por dos ocasiones. Cuando se siembran híbridos, no se debe utilizar semilla de la cosecha para sembrar un nuevo ciclo de maíz, por cuanto el potencial de rendimiento del cultivar va a disminuir drásticamente, (INIAP, 1984).

### **2.13. ASPECTOS IMPORTANTES EN LOS HÍBRIDOS**

El maíz híbrido es superior a las variedades de polinización abierta expresa (Jugenheimer R. 1990).

- a) A que produce grano y forraje de mejor calidad
- b) Produce rendimiento significativamente más elevados
- c) Tiene mayor resistencia a enfermedades e insectos
- d) Es más resistente al acame
- e) Puede resistir mejor a la sequia
- f) Ha hecho más seguro el cultivo del maíz

Los híbridos permiten a los investigadores cambiar las mejores características de muchas plantas diferentes, lograr mayores rendimientos, mejorar la calidad, uniformidad, sabor y nutrición así como también una mayor resistencia a plagas y a las condiciones ambientales adversas (Sánchez, M. 1985).

La creación constante de nuevos híbridos por medio de la mejora genética tienen como objetivo principal mejorar distintos aspectos como productividad, calidad y adaptación a distintas condiciones de cultivo, para cumplir un amplio rango de

necesidades, y esto ha traído como consecuencia la gran cantidad de cultivos existente actuales (Océano/Céntrum. 1994).

#### **2.14. FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL MAÍZ HÍBRIDO**

Los factores bióticos y abióticos que influyen en el rendimiento son incontrolables, por ello es importante realizar pruebas de campo en ambientes contratante para determinar la consistencia y estabilidad de su comportamiento y la interacción genotipo-ambiente.

El mejoramiento para resistencia a factores bióticos y abióticos adverso ha dado como resultado el desarrollo de híbrido más estable, adaptados a la mayoría de condiciones de producción (Urbinas 1991)

La variabilidad ambiental acentuada por diferentes factores bióticos y abióticos (clima, humedad, tipo de suelo, vientos, manejo agronómico del cultivo) es la razón principal para utilizar metodología de evaluación que permitan determinar el grado de la interacción genotipo ambiente y conocer la respuesta diferencial de los cultivares a través de los ambientes de prueba (Espinoza et al 2002).

#### **2.15. LÍNEAS PURAS DE MAÍZ**

Una línea pura de maíz puede desarrollarse a partir de variedades de polinización libre, híbridas, sintéticas y compuestas.

Se produce mediante autofecundación y selección, hasta que se obtienen plantas aparentemente homocigóticas, esto requiere generalmente de cinco a siete generaciones. Una vez que se ha obtenido una línea auto fecundada, se puede conservar ya sea mediante su autofecundación o por cruza fraternales apareamiento de plantas dentro de la misma línea (Jugenheimer, 1988).

La disminución del vigor por efecto de la endogamia se equilibra después de varias generaciones de autofecundaciones. A esta disminución de vigor se le denomina Depresión endogámica”.

Aproximadamente, la mitad de la reducción total del vigor se registra en la primera generación auto fecundado, el resto de la pérdida se registra por mitad en cada generación sucesiva. Las reducciones son pequeñas después de tres a cinco generaciones donde se obtienen plantas aparentemente homocigotos (Pérez Rodas, C.N. 1997).

## **2.16. HETEROSIS**

Vigor híbrido o Heterosis: Es el incremento en tamaño, vigor, crecimiento, rendimiento de un híbrido (F1) sobre el promedio de los progenitores. Es una expresión genética de los efectos beneficiosos de la hibridación. La Heterosis y la depresión por endogamia frecuentemente se estudian en relación con caracteres que determinan la aptitud de un individuo y su contribución proporcional a la siguiente generación.

Se han expuesto varias teorías para explicar el vigor híbrido, una de ellas considera que es el efecto estimulante que los alelos heterocigotos tienen sobre la planta híbrida. La teoría más generalmente aceptada explica el vigor híbrido como la interacción de genes dominantes favorables (Pérez Rodas, C.N. 1997).

La heterosis, fenómeno que ocurre cuando el híbrido supera a sus progenitores en características fenológicas de crecimiento y rendimiento, resulta de la interacción de varios factores independientes aportados por los progenitores que participan en la formación de dicho híbrido. El mejoramiento genético de plantas alógamas como el maíz (*Zea mays* L.) enfatiza la síntesis de híbridos donde se capitaliza al máximo la heterosis (Ramírez et al., 2007).

Las acciones genéticas aditivas, de dominancia, sobre dominancia, epistaxis; así como las interacciones genéticas ambientales, contribuyen a la existencia de heterosis, que a su vez se basa en el cruzamiento de germoplasma con acervos genéticos y orígenes geográficos distintos. Actualmente existe poca información sobre la heterosis producida al cruzar germoplasma de maíz de origen templado (altitud > 2000 msnm) x germoplasma tropical (< 1000 msnm). Se ha reportado

heterosis de 17.2% para rendimiento de grano en cruzas entre maíces de zonas templadas, sub-tropicales y tropicales (Ramírez et al., 2007).

## **2.17. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HÍBRIDOS**

Existen diferentes métodos utilizados para el mejoramiento del maíz de polinización libre, como por ejemplo: selección en masa, la selección en surcos por mazorca y la hibridación de variedades.

Varios autores definen la endogamia como el apareamiento de individuos que están emparentados entre sí por ascendencia. La endogamia disminuye conforme el tamaño de la población.

La producción comercial de semilla híbrida involucra: a) La conservación y multiplicación de líneas auto fecundadas, b) la producción de semilla de cruza simple, c) la producción de semilla de cruzas dobles y triples, d) la manipulación y preparación de la semilla híbrida (Pérez Rodas, C.N. 1997).

Según el tipo de progenitor, los híbridos se pueden agrupar en dos grandes clases:

### **2.17.1. Híbridos convencionales e híbridos no convencionales.**

#### **2.17.2. Híbridos convencionales:**

Los híbridos convencionales de maíz son aquellos que involucran solamente líneas endogámicas. Las líneas pueden estar en cualquier grado de endocría con un rango de endogamia de alto a parcial. De acuerdo al número de líneas que intervienen en la estructura del híbrido estos pueden clasificarse (Pérez Rodas, C.N. 1997).

##### **2.17.2.1. Híbrido simple**

Consiste en cruzar dos líneas auto fecundadas, tomando en cuenta la capacidad productiva y el vigor de cada una de estas. Estas semillas son procedentes de plantas de bajo rendimiento lo que incide en un alto costo, sin embargo, es el híbrido donde se expresa mayor Heterosis.

El hecho de que dos líneas determinadas se combinen para producir una cruza simple de alto rendimiento, dependerá del grado en el que los genes favorables para

rendimiento de una de las líneas complementen a los aportados al híbrido por la segunda línea (Poehlman, J.M. 1979).

#### **2.17.2.2. Híbrido doble**

Un híbrido doble o cruce doble se forma combinando dos cruces simples, que son plantas altamente productoras, siendo más rentable para el semillerista, presenta como inconveniente que es de menor rendimiento de grano FI comparada con la Cruza simple. La cruce doble es la progenie híbrida obtenida en una cruce entre dos cruces simples. La semilla de una cruce doble se produce de una planta de cruce simple que ha sido polinizada por una cruce simple: ésta es generalmente la semilla que se vende al productor porque cultiva plantas de cruce doble. La cruce doble es una cruce de entre dos líneas progenitoras heterocigóticas de cruces simples y no tan uniforme como las cruces simples (Morales, 1994).

#### **2.17.2.3. Híbrido triple**

Esto supone la combinación de tres líneas autos fecundados. El progenitor masculino debe ser siempre una línea pura muy productora de polen y la cruce simple muy rendidora (Poey, F.; Córdova, H.S.; Fuentes, A. 1977).

#### **2.17.3. Híbridos no convencionales**

Los híbridos no convencionales de maíz son menos sofisticados, que involucran no menos de un progenitor no endocriado. El número de progenitores no endocriados podría ser más de uno. En este tipo de híbridos se dice que hay menos depresión de F1 a F2. Estos híbridos no convencionales pueden clasificarse en cuatro categorías (Poey, F.; Córdova, H.S.; Fuentes, A. 1977).

##### **2.17.3.1. Híbrido intervarietal**

La hibridación intervarietal utiliza cruzamientos de la primera generación entre variedades de polinización libre como un medio para obtener mayores rendimientos (Morales, 1994).

##### **2.17.3.2. Híbrido interfamiliar**

La metodología de familias de hermanos completos es un camino viable para formar híbridos con progenitores vigorosos, de buen rendimiento y de fácil manejo en el mantenimiento y en la producción de semilla (Pérez Rodas, C.N. 1997).

## **2.18. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO**

Los componentes del rendimiento son características de la planta y se consideran determinantes en el rendimiento final del grano. Entre los más importantes, se encuentra el número y peso del grano, número y peso de mazorca por planta.

El rendimiento de una planta está determinado por la eficiencia de los procesos metabólicos y fisiológicos que intervienen en la captación, transformación, translocación y almacenamiento de la energía disponible. Algunos conceptos asociados a la morfología y desarrollo que influyen en la eficiencia de producción de la planta como ciclo vegetativo, arquitectura y el área foliar, determina el número y peso final de los granos producidos. (CIMMYT, 1990).

Los componentes del rendimiento, aunque sean cuantificados en plantas individuales, infieren sobre los rendimientos de la comunidad de plantas por unidad de superficie. El número de plantas por unidad de área, tendrá efecto en la eficiencia de producción por planta, por ejemplo la densidad de población, competencia por luz, nutrientes y humedad del suelo, produce tallos delgados y de mayor altura con menor número de mazorcas y pequeñas (CIMMYT, 1990).

## **2.19. PLAGAS DEL MAÍZ**

### **2.19.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

El gusano cogollero es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América. En diversas entidades del país se han registrado pérdidas causadas por este insecto que van desde 13 hasta 60%. Los daños más serios corresponden a las zonas temporales de regiones tropicales y subtropicales. Su distribución es muy amplia, ocurre en todas las zonas productoras de maíz. Además de maíz este insecto puede afectar otras gramíneas como sorgo,

arroz, pastos, algunas leguminosas como frijol, soya y cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote (Yáñez, 2007).

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL**

##### **3.1.1. Localización.**

La investigación se realizó en la comunidad, La Abra Campo Verde perteneciente al distrito V, de la segunda sección provincia Gran Chaco, del Departamento de Tarija.

##### **3.1.2. Ubicación**

La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad de, La Abra Campo Verde a 18 km de la carretera a Yacuiba, se realizó en las tierras del señor Adolfo Vallejos Rojas, cuya ubicación geográfica es la siguiente: 21° 42' 15" de latitud sud y 63° 52' 07" longitud oeste y una altura de 970 (m.s.n.m)

#### **3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

##### **3.2.1. Temperatura**

La temperatura promedio es de 19.9°C, la temperatura promedio máxima es de 27.1°C, y la temperatura promedio mínima de 12.7°C. En invierno las temperaturas pueden bajar hasta extremos de en horas de la madrugada a -6.0°C, y en verano las temperaturas pueden subir hasta los 46.0°C (SENAMHI 2014).

##### **3.2.2. Precipitación**

La precipitación en Itaú es de 902.1 milímetros por año

#### **3.3. MATERIALES**

##### **3.3.1. Material vegetal.**

En el presente trabajo de investigación se utilizó tres variedades de maíz híbrido.

❖ **Dekalb.**- esta variedad de híbrido es producida bajo los más altos estándares de calidad internacionales, y bajo estrictos controles internos, que permiten garantizar el más alto Poder Germinativo. Entendiendo que un cultivo exitoso se logra asegurando

un óptimo stand de plantas desde el inicio. A diferencia de otros cultivos de verano (ZAFRIÑA 2012).

❖ **ATL 200.-** es un maíz certificado con altos rendimientos, creado por la casa comercial Brasileira ATLANTICA DE SEMENTES. ATL 200, es un genotipo que se posiciona líder en el mercado al ser doble propósito (granifero y forrajero) (TROPICALCIS, 2009).

❖ **DAS 710.-** es un maíz híbrido tolerante a Sansón 4 EC. De 0.5l/ha solo en mezcla con atrazina. Híbrido para el segmento de productores con alta tecnología y media, de buen comportamiento a tipos de suelos semipesados-pesados, moderadamente tolerante a estrés hídrico.

### **3.3.2. Características del maíz híbrido DEKALB**

- Altura de la planta 2.20-2.30 m
- Altura de la mazorca 1.15 m
- Días de floración 60-65 días
- Ciclo vegetativo intermedio
- Tipo de grano semi-duro
- Días de cosecha 145-150 días

#### **3.3.2.1. Ventajas y desventajas**

- posee el máximo potencial de rendimiento del mercado
- muestran la mayor estabilidad de rendimiento, viéndose menos afectados por los factores de estrés que otros híbridos.
- Sanidad, una de las fortalezas de la marca dekalb es la tolerancia a las enfermedades frecuentes de climas tropicales.

- Des uniformidad temporal, en el momento de emergencia de las plántulas origina una importante variación en el rendimiento de las plantas individuales debido a que se generan individuos dominantes y dominados.

### **3.3.3. Características del maíz híbrido DAS 710**

- Altura de la planta 1.90 m
- Altura de la inserción de la mazorca 0.95 m
- Días de floración 60-65 días
- Ciclo vegetativo intermedio – tardío
- Tipo de grano semi-duro
- Días de madurez fisiológica 130-140 días

#### **3.3.3.1. Ventajas y desventajas**

- Resistente a las enfermedades
- Buen comportamiento a tipos de suelos semipesados-pesados
- Moderadamente tolerante a stress hídrico

### **3.3.4. Característica del maíz híbrido ATL 200**

ATL – 200 es un maíz certificado de grano amarillo con altos rendimientos, creado por la casa comercial Brasileira Atlántica de Cements. ATL 200, es un genotipo que se posiciona líder en el mercado al ser doble propósito (granifero y forrajero), En épocas con pocas lluvias demuestra su buen desempeño y adaptación a condiciones de estrés hídrico, obteniendo rendimientos sorprendentes de mm. De lluvia con relación kilos de maíz producidos por hectárea (TROPICALCIS, 2009).

#### **3.3.4.1. Ventajas y desventajas**

- Maíz para doble propósito, para grano y forraje. Los ganaderos encuentran en el genotipo de maíz ALT-200 una buena opción para ser empleado en ensilaje, método más práctico donde se conserva el valor nutritivo del forraje y ser utilizada

para ensilaje, siendo una alternativa forrajera para afrontar épocas críticas en alimentación bovina (Oramas y Vivas, 2007).

- Maíz con una excelente adaptabilidad a diferentes ambientes que le permite un rendimiento potencial alto en diferentes regiones de Colombia.
- Su tolerancia a sequía le permite permanecer con las hojas verdes y brillosas aún en ausencia 30 días de lluvia.
- Maíz con una gran tolerancia a enfermedades y en especial al complejo de enfermedades Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*).
- Tolerancia muy buena al volcamiento (Acame) al presentar un mejor anclaje al suelo.

#### **3.3.4.2. Rendimientos**

TROPICALCIS reporta que ATL-200 alcanza un ancho de hoja de 12 cm con rendimientos de materia fresca de 50 tn/ha y para grano de 8.9 ton/ha. ATL 200 gracias al gran rendimiento de materia fresca es ideal para ensilaje, ya que este método de forraje aumenta la concentración de nutrientes, facilita los procesos fermentativos y disminuye la capacidad de acción de los clostridios (bacterias patogénicas de bovinos) (Oramas y Vivas, 2007). Pérez et al., (2009) y Tamayo (2004) reportan en general para el maíz la precipitación pluvial o lluviosidad debe ser superior a los 450 mm. Y que estén bien distribuidos durante el ciclo de desarrollo del cultivo, el requerimiento hídrico del cultivo es muy estricto en periodos críticos, como la floración. En términos generales el maíz requiere de 750 litros de agua por kilogramo de grano producido.

#### **3.3.5. Materiales de campo**

Los materiales que se utilizaron fueron los siguientes:

- Libreta de campo
- Wincha

- Metro
- Palos
- Cámara fotográfica

### **3.3.6. Equipos, herramientas y agroquímicos**

- Tractor
- rastra
- sembradora directa
- mochila
- herbicida
- insecticida

### **3.3.7. Material de gabinete**

- Computadora
- Impresora

## **3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **3.4.1. Diseño experimental**

Para la evaluación de los híbridos se utilizó un diseño de bloques al azar. El diseño cuenta con tres tratamientos y cuatro repeticiones haciendo un total de 12 unidades experimentales.

Cada unidad experimental tiene una dimensión de 7 metros de largo por 3.5 metros de ancho, está constituida por 6 hileras un espaciamiento entre surco de 0.70 metros y 0.25 metros entre plantas.

### **3.4.2. Características del trabajo de investigación**

#### **3.4.2.1. Sistema de siembra**

- N° de tratamientos = 3
- N° de repeticiones = 4
- Total de unidades experimentales = 12

### **3.4.3. Descripción de las unidades experimentales**

Ancho de la parcela = 3.5 m

Largo de la parcela = 7 m

Área de la parcela = 24.5 m<sup>2</sup>

Área total del trabajo de investigación = 294 m<sup>2</sup>

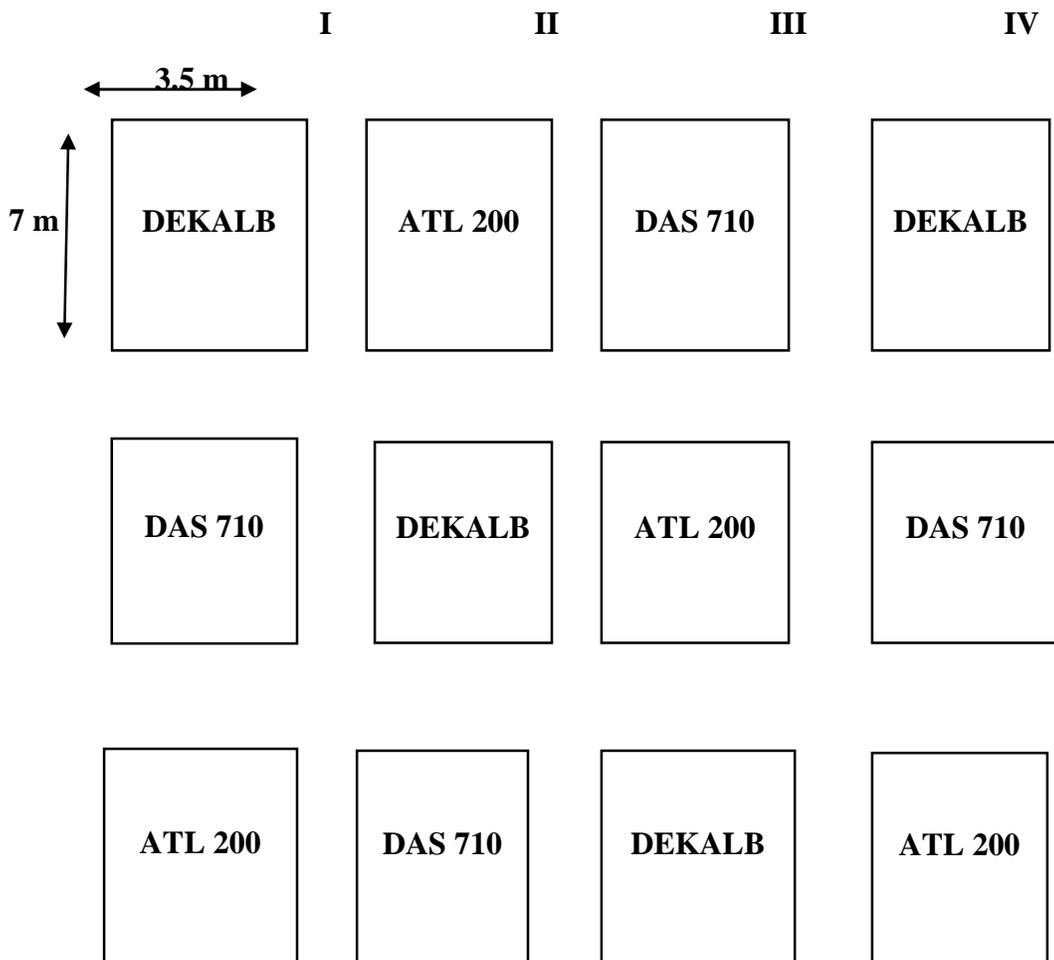
Distancia entre surcos = 0.70 m

Distancia entre plantas = 0.25 m

Nº de hileras por parcelas = 6

Área de cosecha por parcela = 17.5 m<sup>2</sup>

#### 3.4.4. Diseño de campo



### **3.4.4. Metodología de investigación para las diferentes variables**

#### **1) Tamaño de la planta (m)**

Para determinar la altura, se tomó 20 plantas al azar de cada parcela útil midiendo la altura desde la base del suelo hasta la última hoja bandera de la planta.

#### **2) Tamaño de la mazorca (cm)**

Después de la cosecha de cada parcela útil se midieron en centímetros 20 mazorcas al azar y posteriormente se obtuvo el promedio.

#### **3) N° de mazorcas por tratamientos**

Se cosechó la parcela útil y se procedió a contar las mazorcas de cada tratamiento.

#### **4) N° de hileras por mazorca**

Se realizó el conteo del número de hileras por mazorcas en 20 plantas tomadas al azar de cada tratamiento y se obtuvo el promedio.

#### **5) Rendimiento en Tn/ha**

La producción de mazorcas del área útil de cada parcela se desgranó y se pesó en kilogramos luego se transformó en toneladas ajustando a la humedad del 13%.

### **3.5. IMPLANTACIÓN DEL ENSAYO**

#### **3.5.1. Preparación del terreno.**

##### **3.5.1.1. Rastreada**

En esta práctica de preparación del suelo se pasó con una rastra con el fin de picar las malezas y destruir algunas plagas perjudiciales para el cultivo, tener un suelo mullido y aireado de tal forma que favorezca la germinación de la semilla, también para que haya una mayor retención de agua en el suelo.

##### **3.5.1.2. Siembra directa**

La siembra se realizó de forma mecánica con una sembradora Directa.

Es una técnica conservacionista, por lo tanto más sustentable en el tiempo que las prácticas de laboreo convencional.

Esta siembra impide que las gotas de lluvia golpeen directamente en la superficie del suelo evitando así la compactación y pérdidas por erosión, debido a que el principal factor de erosión de los suelos no es el agua que se escurre, sino el impacto de las gotas sobre el mismo.

También favorece que la penetración de las gotas de lluvia en el suelo se haga lentamente y en mayor volumen; existe una menor pérdida de humedad del suelo; por la presencia del “poncho” el suelo bajo rastrojo mantiene la humedad por más tiempo, logrando una mejor reserva de agua para el cultivo; la temperatura del suelo es más estable, esto significa que se necesitan más días de calor para calentar la tierra en comparación con un suelo descubierto.

#### **3.5.1.3. Aplicación de herbicidas**

- Se aplicó inmediatamente después de la siembra del maíz.
- El producto utilizado fue la atrazina a una dosis de 3.5 litros por hectárea. Se aplicó con el fin para que no nazcan malezas y puedan competir con el cultivo por los nutrientes.
- Luego del mes de nacencia del maíz y malezas que nacieron fueron controladas con un herbicida selectivo al maíz Nicosulfuron a una dosis de 100g por hectárea.
- Esta aplicación de los productos se llevó a cabo de forma mecánica

#### **3.5.1.4. Aplicación de insecticidas**

- El cultivo del maíz en la región es atacado por larvas o gusanos de lepidópteros, como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), que provoca graves daños en la planta de maíz.
- Al mes después de la siembra, se presentó el ataque del Gusano Cogollero, el mismo que es un estado inmaduro de una mariposa (*Spodoptera frugiperda*), que realiza el destrozo de las hojas; y, de no controlarse a tiempo pasan al cogollo y en ocasiones afectan hasta la mazorca.

- Para el control se utilizó: LORSBAN, en dosis de 30 cc por 20 litros de agua, dando un resultado efectivo y oportuno. Se aplicó solamente una vez en todo el ciclo del cultivo.

#### **3.5.1.5. Cosecha**

La cosecha se realizó en el mes de agosto. Una vez que la planta alcanzó su madurez fisiológica, es decir, cuando el grano llegó a un 15 % de humedad.

Tanto la cosecha como el desgranado se realizaron de forma manual

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**4.1. TAMAÑO DE LA PLANTA (m)**

Para determinar esta variable los datos se obtuvieron midiendo desde el cuello de la planta hasta el nudo de la última hoja apical u hoja bandera.

**Cuadro N° 1. Tamaño de la planta (m).**

TRATAMIENTOS	BLOQUES					X
	I	II	III	IV		
T1 (ATL 200)	2,19	2,2	2,23	2,21	8,83	2,21
T2 (DEKALB)	2,34	2,45	2,36	2,39	9,54	2,39
T3 (DAS 710)	2,008	2,005	2	2,013	8,026	2.01
	6,538	6,655	6,59	6,613	<b>26,396</b>	2.20

Los resultados de la variable según la clasificación dada, nos indica que el híbrido con menor altura es el DAS 710 con un promedio de 2.01, seguido por el ATL 200 con un promedio de 2.21 y por último tenemos al híbrido DEKALB de mayor altura con un promedio de 2.39.

**Cuadro N°2. Análisis de varianza de la variable tamaño de la planta (m).**

fuente de variación	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
total	11	0,295				
bloques	3	0,00278	0,0009	1,07 NS	9,78	4,76
tratamiento	2	0,287	0,1435	164,94 **	10,9	5,14
error	6	0,00522	0,0009			

Observando el ANOVA se verifica que existe diferencias significativas en la fuente de variación que corresponde a los tratamientos para un nivel de significación del 1 y 5% de probabilidad, en cuanto a los bloques se observa que  $F_c < F_t$  por lo tanto no existen diferencias significativas.

**PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE TAMAÑO DE PLANTA, EXPRESADO EN METRO**

**Cuadro N°3. Prueba de Tukey al 5%**

<b>X</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>RANGO AL 5%</b>
2.39	T2 (DEKALB)	a
2.21	T1 (ATL 200)	b
2.01	T3 (DAS 710)	c

Al realizar la prueba de tukey al 5%, se puede apreciar que el tratamiento T2 (DEKALB) demuestra una mayor altura de planta con 2.39 m. Seguido del T1 (ATL 200) con 2.21 y por último el tratamiento T3 (DAS 710) con 2.01 m.

Los híbridos que presentan una menor altura de planta son muy considerados, porque esta característica permite aumentar la densidad de siembra y por lo tanto la producción. Afirman los investigadores del (INIAF, E.E. Austro, 2010, José Eguez y pablo pintado).

**4.2. TAMAÑO DE LA MAZORCA (cm)**

Los datos de esta variable se tomaron después que fueron cosechadas cada parcela útil de cada tratamiento.

**Cuadro N°4. Tamaño de la mazorca (Cm).**

Tratamientos	BLOQUES					X
	I	II	III	IV		
T1(ATL200)	19,5	18,83	18,7	18,9	75,93	18.98
T(DEKALB)	18,45	18,15	18,05	17,78	72,43	18.11
T3(DAS710)	18,63	18,55	18,38	18,43	73,99	18.50
	56,58	55,53	55,13	55,11	<b>222,35</b>	18.53

Observando el cuadro se puede identificar que el T1 (ATL 200) tiene un mayor tamaño de mazorca con un promedio de 75.93, seguido por el T3 (DAS 710) con un promedio de 73.99 y por último el T2 (DEKALB) con 72.43.

**Cuadro N°5. Análisis de varianza de tamaño de la mazorca (cm).**

fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
Total	11	4119,96				
bloques	3	0,475	0,16	0,00023 NS	9,78	4,76
tratamiento	2	1,537	0,77	0,0011 NS	10,9	5,14
Error	6	4117,948	686,32			

Teniendo en cuenta el cuadro de ANOVA se ve que no hay diferencia significativa en la fuente de variación para los tratamientos a un nivel de significación del 1 y 5%. y en cuanto a los bloques no existe diferencia significativa.

La longitud de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz. Es una variable de mucha importancia debido que tiene una

relación directa, en la obtención de máximos rendimientos, así a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por hileras y por consiguiente mayores rendimientos (Centeno y Castro, 1993).

Betanco et al, (1988), afirma que la longitud de la mazorca está influenciada por las condiciones ambientales y la disponibilidad de nutrientes principalmente nitrógeno. En el estudio no se encontraron diferencias significativas para esta variable evaluada.

#### **4.3. NÚMERO DE MAZORCA POR TRATAMIENTO**

Esta variable también se registró de manera cuantitativa y se obtuvo un conteo de todas las mazorcas al momento de la cosecha de cada parcela útil.

**Cuadro N°6. Número de mazorca por tratamiento.**

Tratamientos	BLOQUES					X
	I	II	III	IV		
T1 (ATL 200)	95	89	90	98	372	93
T2 (DEKALB)	142	150	130	125	547	136.75
T3 (DAS 710)	95	98	97	99	389	97.25
	332	337	317	322	<b>1308</b>	109

En el presente cuadro se puede apreciar que el T2 (DEKALB) obtuvo un mayor número de mazorca con un promedio de 136.75, seguido del T3 (DAS 710) con 97.25 y el T1 (ATL 200) con un promedio de 93 mazorcas.

**Cuadro N°7. Análisis de varianza número de mazorca por tratamiento.**

fuente de variación	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
Total	11	5106				
bloques	3	83,33	27,78	0,46 NS	9,78	4,76
tratamiento	2	4656,5	2328,25	38,15 **	10,9	5,14
error	6	366,17	61,03			

En el análisis de varianza para la variable número de mazorca por tratamiento, se observa la F calculado que existe diferencias altamente significativas para los tratamientos a un nivel de significación de 1 y 5% de probabilidad, por otro lado al ver la F calculado y F tabulado para los bloques no existe diferencias significativas.

**PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE NÚMERO DE MAZORCA POR TRATAMIENTO.**

**Cuadro N°8. Prueba de tukey al 5%.**

X	TRATAMIENTO	RANGO AL 5%
136.75	T2 (DEKALB)	a
97.25	T3 (DAS 710)	b
93	T1 (ATL 200)	b

Observando la prueba de comparación de medias se verifica que el tratamiento T2 (DEKALB) tiene un mayor número de mazorcas con un promedio de 136.75

seguidamente por el tratamiento T3 (DAS 710) y T1 (ATL 200) que ocupan el mismo rango.

Los factores básicos, favorables y óptimos para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo, las condiciones ambientales, agregando a esto el manejo adecuado que se practique. En la planta de maíz estas condiciones favorecen el desarrollo tanto de las yemas vegetativas como de las reproductivas asegurando así un mayor número de mazorcas por unidad de área, la cual está influenciada por la densidad de siembra utilizada y por las características de la variedad (Orosco, 1996). Esto se relaciona con lo afirmado por Castillo y Arena (1997), los cuales aseguran que el número de mazorcas cosechadas está fuertemente influenciado por la densidad de siembra, condición nutricional del suelo y el clima de la zona.

#### **4.4. NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA**

Se tomó 20 mazorcas al azar de cada parcela y se contó las hileras de cada mazorca, luego se hizo un promedio.

**Cuadro N°9. Número de hileras por mazorca.**

TRATAMIENTOS	BLOQUES					x
	I	II	III	IV		
T1 (ATL 200)	16,3	16	16,3	15,9	64,5	16,125
T2 (DEKALB)	14,4	13,8	14,3	14	56,5	14,125
T3 (DAS 710)	19,3	19,2	19	18,6	76,1	19,025
	50	49	49,6	48,5	197,1	16,425

Observando el cuadro vemos que el maíz híbrido con mayor número de hileras por mazorca es el T3 (DAS 710) con 76.1, seguido del T1 (ATL 200) y por último el T2 (DEKALB) con 56.5 respectivamente.

**Cuadro N°10. Análisis de varianza número de hileras por mazorca.**

fuente de variación	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
total	11	49,20				
boques	3	0,44	0,15	4,22 NS	9,78	4,76
tratamiento	2	48,56	24,28	704,90 **	10,9	5,14
error	6	0,21	0,03			

Según el análisis de varianza se verifica que existen diferencias significativas en la fuente de variación para los tratamientos en un nivel de significación del 1 y 5% de probabilidad, en cuanto a los bloques no existen diferencias significativas.

**PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA.**

**Cuadro N°11. Prueba de Tukey al 5%.**

X	TRATAMIENTO	RANGO AL 5%
76.1	T3 (DAS 710)	a
64.5	T1 (ATL 200)	b
56.5	T2 (DEKALB)	c

Observando la prueba de comparación de medias, se aprecia que el tratamiento T3 (DAS 710) tiene un mayor número de hileras con una media de 76.1, seguidamente el T1 (ATL 200) con 64.5 y por último el T2 (DEKALB) con un promedio de 56.5.

Esta variable está relacionada con la longitud, diámetro de la mazorca y las variedades del cultivo, así mismo con una buena nutrición en el suelo, aumenta la masa relativa de la mazorca y por ende el número de hileras por mazorca (Pastora, 1996).

#### 4.5. RENDIMIENTO EN tn/ha

Los datos de esta variable fueron tomados en kg de cada parcela útil y luego transformado a toneladas.

**Cuadro N°12. Rendimiento en Tn/ha.**

TRATAMIENTOS	BLOQUES					x
	I	II	III	IV		
T1 (ATL 200)	9,52	9,41	8,68	8,96	36,57	9,14
T2 (DEKALB)	10,62	9,8	10,08	11,08	41,58	10,40
T3 (DAS 710)	8,96	9,52	8,85	9,24	36,57	9,14
	29,1	28,73	27,61	29,28	<b>114,72</b>	28,68

Los resultados de la variable de rendimiento, nos da a conocer que la variedad con mayor rendimiento es el tratamiento dos (DEKALB) con un promedio de 10.40 tn/ha seguido por los tratamiento 1 y 3 que no existen diferencias entre tratamientos con un promedio de 9.14 tn/ha.

**Cuadro N°13. Análisis de varianza para el rendimiento en tn/ha.**

fuente de variación	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
total	11	5,89				
boques	3	0,56	0,19	0,98 NS	9,78	4,76
tratamiento	2	4,18	2,09	10,97 **	10,9	5,14
error	6	1,14	0,19			

Según el análisis de varianza existen diferencias significativas para los tratamientos a un nivel de significación del 1 y 5% de probabilidad. Y en cuanto a los bloques no existen diferencias.

**PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO EN Tn/Ha.**

**Cuadro N°14. Prueba de tukey al 5%.**

<b>X</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>RANGO AL 5%</b>
10.395	T2 (DEKALB)	a
9.1425	T3 (DAS 710)	b
9.1425	T1 (ATL 200)	b

Al realizar la prueba de tukey muestra que el tratamiento T2 (DEKALB) existe diferencia significativa en rendimiento con 10.40 Tn/ha. Seguido por los otros dos tratamientos que ocupan un mismo rango estadísticamente de 9.1425 Tn/ha.

El resultado de una cruce entre dos líneas genéricas o razas de maíz, se hace para obtener plantas con ciertas características predominantes entre los progenitores, por ejemplo una línea genética es rendidora, pero sensible a la sequía; y, la otra progenitora, es resistente a la sequía, pero con rendimientos bajos; la cruce de estas dos líneas producen un híbrido que expresa altos rendimientos y resistencia a la sequía, los resultados alcanzados en el rendimiento final, se debe a la genética de los materiales (Guerra, 1997).

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Dando respuesta a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación y los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- En cuanto a la variable tamaño de la panta se registraron diferencias altamente significativas para los tratamientos, se puede decir que el menor tamaño se dio en el tratamiento tres (DAS 710) con un promedio de 2.01 m. ya que en esto se puede aumentar la densidad de siembra y así tener una mayor producción de grano, seguido por el tratamiento T1 (ATL 200) y por último el tratamiento T3 (DEKALB) que registra la mayor altura de planta con un promedio de 2.39 m.
  
- De acuerdo a la variable tamaño de la mazorca se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ni aun así para los bloques. se registró un máximo valor del tamaño de mazorca de 18.98 cm. En el tratamiento T1 (ATL 200) en comparación con el tratamiento T2 (DEKALB) que tuvo un menor promedio de 18.11 cm.
  
- En la variable número de mazorca por tratamiento se verificó que existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, lo cual analizando la prueba de comparación de medias se ve que el tratamiento con mayor número de mazorca es el T2(DEKALB) con un promedio de 136.75, seguido por los otros tratamientos que tienen un menor número de mazorcas.
  
- En cuanto al número de hilera por mazorca el T3 (DAS 710) obtuvo un mayor promedio de 76.1 lo que esto varía de acuerdo a las variedades empleadas y también

por el diámetro de cada mazorca mientras más sea el diámetro mayor será la cantidad de hileras por ende habrá mejor producción.

- El mejor híbrido y con mayor rendimientos fue el T2 (DEKALB) que obtuvo una producción de 10.40 tn/ha. Seguido por los tratamientos T1 (ATL 200) y T3 (DAS 710) que no presentaron diferencias significativas, alcanzando un rendimiento de 9.14 tan/ha. Cada uno.
- Tomando en cuenta todas las variables evaluadas se observó que el tratamiento T2 (DEKALB) tuvo un mayor comportamiento en tamaño de la planta, número de mazorca por tratamiento y lo más importante del trabajo de investigación que sería el rendimiento de 10.40 tn/ha. No dejando de lado los otros tratamientos que también son muy considerados en cuanto a rendimiento que tuvieron un promedio de 9.14 tn/ha.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a todos los productores de la zona y otros aledaños el T2 (DEKALB) para utilizarlo en el cultivo comercial ya que brindó el mejor rendimiento en producción de 10.40 tn/ha.
- Realizar este ensayo en las épocas de siembras establecidas en la misma zona y en diferentes localidades, para comparar los resultados obtenidos. Tomar en cuenta las variables número de plantas cosechadas y número de mazorcas por tratamiento, para aportar mayor información respecto al rendimiento.

## COSTO DE PRODUCCIÓN DE 10.40 TN POR HECTÁREA

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (bs)</b>	<b>Costo total (bs)</b>
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				
rastra	1		150	150
<b>SIEMBRA</b>				
Sembradora directa	1		250	250
semilla	20	kg	1100	1100
<b>CONTROL DE MALEZAS</b>				
atrazina	4	l	60	240
nicosulfuron	1	sobre	80	80
aplicación	2	mochilas	100	200
<b>CONTROL DE PLAGAS</b>				
Tratamiento de semilla	20	kg	50	50
Lorsban 480ec	1	l	200	200
aplicación	1	mochila	100	100
<b>COSECHA</b>				
trillada	1	ha	350	350
flete	1	qq	8	1800
<b>TOTAL</b>				<b>4520</b>