

CAPÍTULO I

1.- INTRODUCCIÓN

El maíz es hoy uno de los cultivos de mayor relevancia tanto para la alimentación de la población del mundo como para la economía de diversos sectores de la denominada economía rural.

Para los pueblos antiguos, el maíz era su alimento básico y las formas de consumo eran muy similares a las actuales. Solían comerlo en estado fresco (choclo) o seco (tostado o mote); también obtenían harina de forma artesanal para preparar panes, bebidas refrescantes y otros productos.

Si bien las poblaciones indígenas de occidente y de oriente del país venían cultivando una diversidad de maíces desde antes de la Colonia como muestra la abundante bibliografía al respecto, sólo en las últimas dos décadas este cultivo ha concitado la atención e interés de la agroindustria, pero concentrado en una sola variedad y orientado a la producción pecuaria y la exportación.

Las necesidades de la agricultura moderna exigen variedades con características cada vez más uniformes y por ello los mejoradores se han orientado hacia la obtención de variedades genéticamente más homogéneas. De esta forma, mientras que en las variedades tradicionales la diversidad genética se conservaba en las poblaciones o en formas locales, en las actuales variedades hay que buscar esta diversidad entre ellas mismas, y la pérdida de variabilidad genética de la agricultura moderna, debería ser compensada con el cultivo de un mayor número de variedades de distinto origen genético.

Desde la época del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria – IBTA, la liberación y registro de nuevas variedades de maíz fue mínimo, por lo que el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF, a través del Programa Nacional de Maíz, está trabajando en la producción y mejoramiento de nuevos materiales, que serán validados tanto para consumo humano como para alimento del

ganado y difundidos en el Departamento de Tarija y a nivel Nacional, priorizando la seguridad y soberanía alimentaria del pueblo de Bolivia.

Los productores de la comunidad de Chocloca son netamente agricultores y lecheros aunque su principal fuente de ingreso la genera el cultivo de la papa y el maíz en estado de choclo y no así en lechería, por falta de forraje, viendo esta necesidad se propone evaluar nuevas variedades de maíz forrajero donde el principal objetivo sea el alimento para el ganado y mejorar la producción de leche.

El presente trabajo de validación de la capacidad productiva de variedades e híbridos de maíz, para la producción de ensilaje a realizarse entre el Programa Nacional de Maíz del INIAF Tarija, la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y la Asociación de lecheros de la comunidad de Chocloca, tiene la finalidad de generar y difundir información sobre el comportamiento agronómico de nuevas variedades e híbridos de maíz para forraje en las condiciones de los valles del departamento de Tarija, contribuyendo de esta manera a la generación de nuevas alternativas que permitan la diversificación de la producción agropecuaria en Chocloca y otras zonas con similares condiciones climáticas y edafológicas.

1.1.- PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DIRIGIDO

Tomando en cuenta que el Programa Nacional de Maíz del INIAF, está en proceso de liberar nuevas variedades de maíz para forraje, para zonas de Chaco, Trópico, Sub Trópico y Llanura Oriental y Valles, se necesita validar dichos materiales en las diferentes zonas mencionadas, es por esta razón que se planteó el presente trabajo, tomando en cuenta las demandas de los productores del Valle Tarijeño, por la falta de variedades de maíz para forraje y alimento del ganado.

Dicho trabajo consiste en la introducción de variedades e híbridos de maíz para forraje, el mismo que se llevó a cabo en el Programa Nacional de Maíz del INIAF

Tarija, de manera que luego de una evaluación se priorice al menos una variedad de alto potencial productivo adaptadas a las condiciones de la región.

Los resultados del presente trabajo, tendrán utilidad en la medida en que sean sistematizados y difundidos adecuadamente hacia los productores del área en estudio, quienes se dedican a la producción de maíz solo para su seguridad alimentaria y sustento económico, y en bajo porcentaje para forraje.

El trabajo tiene un alcance para los Valles de Tarija de la provincia José María Avilés, comunidad de Chocloca y otras regiones que tengan similares condiciones climáticas y edafológicas.

1.2.- CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS DE LA INSTITUCIÓN DONDE REALIZO 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 (SNIAF), 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 diálogo 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, para 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

- Evaluar el comportamiento productivo en materia verde y materia seca de 8 variedades y 2 híbridos de maíz para la producción de ensilaje en Chocloca.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el desarrollo de las plantas de las variedades e híbridos de maíz en estudio en las distintas fases del ciclo vegetativo, tomando en cuenta los días de floración para de esta manera determinar la precocidad de cada variedad e híbrido.
- Evaluar el rendimiento en materia verde de cada variedad e híbrido en estudio, para realizar la posterior comparación de rendimiento.
- Evaluar el rendimiento en materia seca de cada variedad e híbrido en estudio, para realizar la posterior comparación de rendimiento.

CAPÍTULO II

2.- MARCO TEÓRICO

2.1.- Origen del maíz

Algunas corrientes defienden que el origen geográfico del maíz se localiza en el Municipio de Coxcatlán en el valle de Tehuacán, Puebla, en la denominada Mesa Central de México a una altitud de 2500 metros. En este lugar el antropólogo norteamericano Richard Stockton Mac Neish encontró restos arqueológicos de plantas de maíz que, se estima, datan de hasta hace ocho milenios. En las galerías de las pirámides todavía se pueden observar pinturas, grabados y esculturas que representan al maíz (*CATCHPOOLE, 1971*).

2.2.- Taxonomía

Reino	Vegetal
Phylum	Telemophytae
División	Tracheophytae
Subdivisión	Anthophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Sub. Familia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Nombre científico	<i>Zea mays</i> L.
Nombre común	Maíz <i>(HERBARIO UNIVERSITARIO)</i>

Es una planta de noches largas y florece con un cierto número de días grados $> 10^{\circ}\text{C}$ (50°F) en el ambiente al cual se adaptó. Esa magnitud de la influencia de las noches

largas hace que el número de días que deben pasar antes que florezca está genéticamente prescripto y regulado por el sistema-fitocromo.

La fotoperiodicidad puede ser excéntrica en cultivares tropicales, mientras que los días largos (noches cortas) propios de altas latitudes permiten a las plantas crecer tanto en altura que no tienen suficiente tiempo para producir semillas antes de ser aniquiladas por heladas. Esos atributos, sin embargo, pueden ser muy útiles para usar maíces tropicales en biofueles (*CATCHPOOLE, 1971*).

2.3.- La planta

2.3.1.- Raíz

La planta tiene dos tipos de raíz, las primarias son fibrosas, presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta. Sin embargo, por su gran masa de raíces superficiales, es susceptible a la sequía, intolerancia a suelos deficientes en nutrientes, y a caídas de grandes vientos conocido como acame (*ACOTMQC3*).

2.3.2.- Tallo

El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares (*ACOTMQC3*).

2.3.3.- Hojas

Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierta por filas de granos, la parte comestible de la planta, cuyo número puede variar entre ocho y treinta (*ACOTMQC3*).

2.3.4.- Inflorescencia

Es una planta monoica de flores unisexuales; sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran bien diferenciadas en la misma planta.

La inflorescencia masculina es terminal y se le conoce como panícula, panoja, espiga y "miahuatl" en nahuatl, compuesta por un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen.

Las inflorescencias femeninas, las mazorcas, se localizan en las yemas axilares de las hojas; son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen (*ACOTMQC3*).

2.3.5.- Granos

En la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca (*ACOTMQC3*).

2.4.- Ensilaje

En ensilaje es un método para conservar el forraje, principalmente los desechos agroindustriales o alimentos como el maíz, plátano, la yuca y los cítricos, en almacenes conocidos como silos. Mediante un proceso de fermentación anaerobia

controlada, se mantiene estable la composición del material ensilado durante largo tiempo a través de la acidificación del medio (*FILIPPI, 2011*).

El ensilaje se obtiene ya sea de forrajes, residuos de cosecha o subproductos agrícolas e industriales preservados con ácidos, sean estos agregados o producidos en un proceso de fermentación natural. El forraje fresco es cosechado, o se recolectan los residuos y subproductos; esta materia prima puede ser triturada o sometida a un acondicionamiento previo; a veces se agregan ciertos aditivos; luego este material se almacena en un ambiente hermético sin aire, lo que favorece el desarrollo de bacterias anaeróbicas facultativas, presentes en el forraje o agregadas como inoculantes que convertirán rápidamente los carbohidratos solubles en ácidos. La calidad del producto ensilado depende del valor nutritivo de la materia prima usada y de los productos presentes en el proceso de fermentación como los tipos de ácidos y la cantidad de amoníaco. Al finalizar el proceso, el pH de un buen ensilaje es tan bajo que impide todo tipo de vida y es así como el alimento podrá ser preservado mientras no se altere el ambiente hermético (*FILIPPI, 2011*).

El ensilado es un proceso de conservación del forraje basado en una fermentación láctica que produce ácido láctico y una disminución del pH por debajo de 5. Permite retener las cualidades nutritivas mucho mejor que el henificado, pero precisa de mayores inversiones y conocimientos para conseguir un producto de calidad.

También se denomina así al forraje obtenido mediante este proceso.

La vía húmeda llamada ensilado, que se aplica tanto a las gramíneas forrajeras como al maíz y, eventualmente, a subproductos alimenticios como la pulpa de remolacha, los bagazos de cerveza. Es difícil tener éxito con algunos forrajes como la alfalfa, bajos en azúcares y con alto contenido en nitrógeno soluble, que produce malos olores (*FILIPPI, 2011*).

La decisión de hacer uso del ensilaje en las zonas de los valles debe considerar el tipo de sistema de producción y las condiciones climáticas. En general, la

conservación de alimentos es viable económicamente sólo en sistemas de producción intensiva, como la lechería comercial orientada a la venta de leche fresca. En segundo lugar, bajo condiciones climáticas húmedas o subhúmedas que permiten producir forraje verde durante todo el año, la conservación de forraje resulta antieconómica.

El período de uso del ensilaje depende de las razones que se tienen para producirlo. Si el ensilaje proviene de forrajes o de cultivos forrajeros de alta calidad, disponibles en forma estacional, entonces probablemente se le utilizará en un período de pocos meses. También se le puede utilizar para paliar el efecto de períodos anuales de escasez o como prevención de riesgos causados en años de sequías periódicas. El ensilaje también es empleado como un tipo de alimento principal en la ración de animales engordados a corral (*FILIPPI, 2011*).

El ensilaje es útil sólo si el producto ensilado es de buena calidad, o sea que ha sido bien preservado, que tiene una alta digestibilidad y una buena concentración proteica.

Los prerrequisitos primordiales que debe tener el material a ensilar son:

Cosecha en un período temprano de crecimiento de la planta cuando tiene su mejor valor nutritivo.

Que contenga una buena concentración de azúcares para asegurar una buena fermentación.

El material a ensilar debe ser fácilmente compactable y será cubierto de modo de excluir el aire dentro del silo.

Cuando el material pese a su buena calidad, no contenga suficiente cantidad de azúcares, será preciso agregar melaza o alguna otra fuente de azúcares que faciliten la fermentación.

El triturado del forraje antes de ensilar facilita la compactación del material.

También pueden ocurrir problemas al distribuir el ensilaje dañado por mohos que, gracias a las altas temperaturas tropicales, logran desarrollarse rápidamente.

Se recomienda por ello a los productores que el volumen del ensilado sea pequeño, de modo que cada silo pueda ser distribuido en uno o dos días.

Un ensilaje mal hecho y mal manejado es un riesgo para la salud tanto de los animales como de las personas (*FILIPPI, 2011*).

El 29% de la superficie dedicada a cultivos forrajeros en Bolivia lo ocupa el maíz para ensilar. El cultivo del maíz tiene tanta importancia porque la concentración de la producción ganadera exige buenas producciones en un corto período de tiempo, facilidad para ensilar, aceptación e ingestibilidad elevada y alto contenido energético de los forrajes. Para conseguir una buena rentabilidad es de gran importancia optimizar todos los factores que afectan al cultivo (*MARTÍNEZ, 2003*).

2.4.1.- Importancia del ensilaje

El ensilaje ofrece la posibilidad de asegurar alimentos durante épocas de alta producción para conservarlos para su empleo futuro, especialmente en períodos de escasez.

La técnica de la preparación del ensilaje favorece el manejo y uso integral de los recursos en la relación suelo-planta, promueve el uso de alimentos de la región, reduce la importación de concentrados y, por consiguiente, la fuga de divisas nacionales, además de ser una alternativa para épocas de crisis en la producción de forrajes.

Las tecnologías de conservación adecuadas a las realidades de las zonas de los valles constituyen un ejemplo cuando se aplican tecnologías apropiadas, que tienden a reducir la dependencia económica de la actividad pecuaria y desarrollar una producción constante durante todo el año. Los ganaderos son inducidos a utilizar estas tecnologías para poder desarrollar políticas de auto suficiencia. A pesar de esto,

la mayoría de los ganaderos no planifican que durante los períodos de altas precipitaciones y sufren las consecuencias de no prepararse para la época difícil, que expresa en época de poco alimento verde para sus vacas y baja producción de leche y carne.

Cuando se hace un silo, se puede aprovechar el forraje verde de la época lluviosa, principalmente pastos de cortes como el King grass común, pasto Camerún, maíz, sorgo y caña. De igual forma, se evita las pérdidas en la finca y se dispone de alimento en cantidad y calidad adecuado, sosteniendo la producción normal de la explotación durante todo el año.

En el caso del maíz, el elevado contenido en almidón de su grano propicia que su contenido energético sea más elevado que el heno o el forraje de sorgo y que sea un excelente material para ensilar y por su valor alimenticio para los animales.

El ensilado de cultivos como maíz, sorgo y pastos diversos es una contribución importante para optimizar el funcionamiento de los sistemas de producción animal en Bolivia, al comentar que esta práctica, contribuye al manejo integral de una lechería o de un lugar de engorde. Destaca el aprovechamiento de materias primas y la preservación del medio ambiente, con los correspondientes beneficios para el agricultor o ganadero. El ensilaje baja los costos de producción de alimentos, porque se aprovecha mejor el maíz, sorgo, pastos de corte y algunas leguminosas (*WONG, 2001*).

2.4.2.- Características de un ensilaje de calidad

1. Buen color (amarillo, marrón o verduzco)
2. Buen olor (avinagrado)
3. Textura (no babosa)

4. pH de 4.2 o menor (*FILIPPI, 2011*).

2.4.3.- Técnicas para realizar un ensilaje

Por debajo del 40% de materia seca, se puede hablar realmente de ensilaje. La técnica más utilizada es la de silo en corredor. El forraje se introduce picado en pequeños trozos cuya longitud será de unos pocos centímetros, se almacena en el fondo, en capas sucesivas sobre una zona entre dos muros de hormigón, y luego se compacta usando un tractor para expulsar el máximo aire intersticial y por último se pone en anaerobiosis definitiva recubriéndolo mediante una capa de polietileno.

El porcentaje de materia seca varía ampliamente en el ensilaje, pero es posible establecer los valores óptimos para tratar de llegar a un ensilaje de mejor calidad.

En cuanto al maíz, el óptimo está entre el 30 y el 35% de materia seca. Es un valor obtenido por la maduración natural de la planta entera. En esta etapa, el contenido de azúcares solubles, el equilibrio entre el grano y el tallo, la facilidad de compactación y el desarrollo anaeróbico son más favorables.

En todos los casos, la producción de ensilaje de calidad está condicionada por el contenido de azúcares solubles, que son transformados en ácido láctico y propiónico, por las bacterias lácticas presentes de forma natural en el forraje, por la calidad de la compactación, por la rapidez de la formación del silo y por el desarrollo de la acidificación anaerobia.

Otro factor de calidad es el tamaño del picado de los forrajes para el ensilado que se guardan. Los ensilados conservados de esta manera se destinan a la alimentación de los rumiantes. Ensilaje demasiado cortos, sobre todo en lo que respecta al maíz (con una media inferior a un centímetro), no permite una buena rumia de los animales cuyo principal alimento es el ensilado y puede conducir a una alteración metabólica denominada acidosis (*OJEDA, 2003*).

2.4.4.- Pasos para ensilar forraje

Independientemente de la cantidad de ensilaje que sea necesaria, para hacer un buen ensilaje se deben aplicar los siguientes principios:

1. El forraje a ensilar debe tener un alto valor nutritivo.
2. El forraje no debe estar contaminado con suelo.
3. El forraje deberá ser triturado en trozos no mayores a 2.5 cm para facilitar la compactación y reducir la cantidad de aire retenido en el forraje.
4. Depositar el forraje en el silo en capas y compactar de inmediato (capas de 20 cm).
5. Luego de compactado el material, esparcir una capa de sal (un 0.5 % de urea disuelto en melaza o en agua como enriquecedor proteico energético) en toda la superficie del silo, con la finalidad de evitar la proliferación de hongos y bacterias. En el uso de subproductos de cosechas es recomendable usar 0.5% de urea y 2% melaza tomando en cuenta el costo por toneladas, para la preparación del ensilaje.
6. Antes de sellar el silo, para impedir la penetración de aire y de agua, se debe expulsar el máximo de aire del interior del silo.
7. Cubrir el silo con una lona cubierta de tierra u otro material que la proteja.
8. El ensilado y el sellado del silo se debe realizar en el tiempo más breve posible.
9. Durante el uso del silo para alimentar los animales, el área de ataque del silo debe ser reducido para que la superficie expuesta al aire sea pequeña. Esta operación debe ser rápida y se debe sellar el silo después de cada uso (*SOSA, 2005*).

2.4.5.- Rendimiento de materia verde de maíz por hectárea

Debido a la época del año y considerando la importancia de planificar las actividades en todos los sistemas agropecuarios, el INTA-PROPEFO analiza las ventajas que

ofrece el silaje de maíz dentro de la cadena alimentaria, por lo que la incorporación del silaje de maíz a los sistemas ganaderos se vería favorecida, ya que al trabajar correctamente resulta sencillo conseguir silajes de alta digestibilidad, cabe destacar que en zonas marginales la producción el maíz no supera los 30000 kg/Ha, y en zonas con una producción es de 40000 kg/Ha de materia verde.

2.4.6.- Composición botánica del material ensilado

La adecuada conservación del ensilado para la obtención de un forraje altamente nutritivo depende de la fermentación controlada del forraje en el silo. La regulación precisa de aire y la temperatura debe ser menor a 30 °C.

Para lograrlo, se debe considerar:

El forraje verde debe contener de 60 a 70 % de humedad. Para determinar su punto óptimo, el forraje se pica al tamaño de trozos pequeños de 1 a 2.5 cm que se va a ensilar y presionar una cantidad que abarque las dos manos por treinta segundos. Si el forraje deja húmeda las manos y mantiene la forma ejercida por la presión, indica que tiene un contenido ideal de humedad.

El silo es una estructura a prueba de aire y agua que permite la conservación del pasto y el forraje, manteniendo su condición jugosa y su color verde sin disminuir el valor nutritivo. Por ejemplo, se puede utilizar un contenedor grande, redondo, de ladrillo o metálico, con lonas, en bloques o con cualquier material que permita un cierre hermético.

El valor nutritivo del producto ensilado es similar al del forraje antes de ensilar. Sin embargo, es posible añadirle nutrientes, como almidones y azúcares, que pueden acelerar el proceso de aumentar el valor nutritivo del producto.

El ensilado debe ser siempre empacado en forma compacta y mantenido bajo condiciones anaeróbicas, de tal forma que se favorezca una buena fermentación.

Antes de conocer que es una fermentación anaeróbica, debemos saber que es fermentación, esta es definida como los cambios químicos en las sustancias orgánicas producidos por la acción de las enzimas.

La fermentación anaeróbica se define como la acción de procesos químicos y biológicos que ocurren en los tejidos vegetales, que contienen carbohidratos fermentables y se encuentran en condiciones de ausencia de oxígeno. Por esta razón, es necesario que se tome en cuenta el compactado (sacar todo el aire que contenga el silo) durante su preparación (SOSA, 2005).

2.4.7.- Ventajas y desventajas del ensilaje

Entre las ventajas que tiene el ensilaje de forraje se hallan las siguientes:

1. Permite almacenar alimentos que no pueden ser henificados por su alto contenido de humedad, como sucede con los productos agroindustriales, la torta de soya o de algodón, las cáscaras de frutas, los granos de cervecería y otros granos, algunos subproductos de pescado y otros más.
2. Se pueden almacenar los recursos alimenticios por periodos prolongados sin que varíe su composición y calidad nutricional.
3. Se obtienen beneficios de los excedentes de forrajes, pastos y desechos agroindustriales ensilados durante el verano, intensificando así la producción forrajera y aumentando la carga animal por hectárea.
4. Se distribuye eficientemente el alimento durante todo el año, especialmente en la época crítica de escasez.
5. Se minimiza la pérdida de algunas partes de la planta que no son aprovechadas en otros tipos de conservación de forraje (OJEDA, 2003).

Según García 2009 se tiene las siguientes ventajas al producir ensilaje:

1. Conserva el valor nutritivo del forraje durante largo tiempo.

2. Suministra forraje succulento de calidad uniforme y de buen sabor durante todo el año.
3. Reduce los costos de producción con la disminución en el uso de concentrados.
4. Permite establecer estrategias de alimentación para la época de escasez de forrajes.
5. Permite usar forraje de calidad en cualquier época del año y, especialmente, cuando hay escasez del mismo.

Desventajas del ensilaje

1. Si no se tiene cuidado con el manejo de las condiciones que favorecen la acción de las bacterias ácido lácticas, respecto al mantenimiento de anaerobiosis, temperatura menor a los 30° C y la disponibilidad de carbohidratos, las pérdidas del alimento pueden ser cuantiosas o su valor nutricional bajo.
2. El ensilaje no tiene un valor de mercado establecido, por el corto período de vida que tiene cuando se abre el silo.
3. Normalmente, el ensilado no debe exceder el 50 % de la dieta (*ARGUETA, 2005*).

2.5.- Tipos de maíz

El maíz tiene una gran variabilidad en el color del grano, la textura, la composición y la apariencia. Puede ser clasificado en distintos tipos según:

- a) La constitución del endosperma y del grano.
- b) El color del grano.
- c) El ambiente en que es cultivado.
- d) La madurez.
- e) Su uso (*HALLAUER, 1994*).

Los tipos de maíz más importantes son: duros, dentados, reventones, dulces, harinosos, cerosos y tunicados. Una buena descripción de los tipos de granos maíz con ilustraciones se encuentra en Maize publicado por Ciba Geigy en 1979. Dowswell y Cantrell (1996) han descripto varios tipos de granos basados en la clasificación citada. Una publicación reciente, Specialty corns, cubre varios de esos tipos de maíz, su mejoramiento y usos (HALLAUER, 1994).

Económicamente, los tipos más importantes de maíz cultivados para grano o forraje y ensilaje caen dentro de las tres categorías más importantes de duro, dentado y harinoso. Un cuarto tipo de maíz que puede ser agregado a los anteriores es el maíz con proteínas de calidad (MPC) basado en el mutante O2 obtenido en la búsqueda de una mejor calidad de las proteínas (CIMMYT, 1994).

Los tipos de maíz de menor importancia comparativa como aquellos usados como alimento o forraje, pero con un importante valor económico agregado son: maíz reventón cultivado por sus granos para preparar bocadillos; tipos de maíz dulce cultivados para consumir las mazorcas verdes, y tipos de maíz ceroso. Área sembrada con varios tipos de maíz en los trópicos (CIMMYT, 1994).

Tipos de maíz	Área sembrada (millones de ha)
Amarillo duro	20,0
Blanco duro	12,5
Blanco dentado	19,0
Amarillo dentado	9,5
Harinoso y Morocho	0,6
Reventón, dulce y ceroso	Muy limitada

(CIMMYT, 1988).

2.5.1.- Maíz duro

Los cultivares locales originales de maíz fueron en general tipos de maíz duro. Los granos de este tipo de maíz son redondos, duros y suaves al tacto. El endospermo está constituido sobre todo de almidón duro córneo con solo una pequeña parte de almidón blando en el centro del grano. El maíz duro germina mejor que otros tipos de maíz, particularmente en suelos húmedos y fríos. Es por lo general de madurez temprana y se seca más rápidamente una vez que alcanzó la madurez fisiológica. Está menos sujeto a daño de insectos y mohos en el campo y en el almacenamiento. Sin embargo, los maíces duros rinden por lo general menos que los maíces dentados (*JUGENHEIMER, 1985*).

Los maíces duros son preferidos para alimento humano y para hacer fécula de maíz ("maicena"). Una parte importante del área sembrada con maíces duros es cosechada para ser consumida como mazorcas verdes o como alimento animal, si bien datos concretos al respecto no están aún disponibles. Muchos de los maíces duros cultivados comercialmente tienen granos anaranjado-amarillentos o blanco-cremosos, aunque existe una amplia gama de colores, por ejemplo, amarillo, anaranjado, blanco, crema, verde, púrpura, rojo, azul y negro. En los trópicos, los tipos de maíz duro color amarillo-anaranjado alcanzan un área de 20 millones de hectáreas, mientras que los de color blanco-cremoso llegan a 12,5 millones de hectáreas (*BREWBAKER, 1977*).

2.5.2.- Maíz reventón

Esta es una forma extrema de maíz duro con endosperma duro que ocupa la mayor parte del grano y una pequeña cantidad de almidón blando en la parte basal del mismo. Los granos son pequeños, con pericarpio grueso y varían en su forma de redondos a oblongos. Cuando se calienta el grano, revienta y el endospermo sale. Varias formas primitivas de maíz tienen granos de tipo reventón. El maíz Primitivo Sikkim que se encuentra en Sikkim y Bhutan, en la región del Himalaya, tiene granos reventones parecidos al arroz. El uso principal del maíz reventón es para bocadillos

(rositas o palomitas). Los granos con bajo contenido de humedad -cerca de 14%- cuando se calientan a alrededor de 170° C, revientan y cuanto mayor es su expansión mejor es la calidad del producto final. Parece haber una correlación negativa entre el rendimiento y la capacidad de expansión y su calidad (*ALEXANDER, 1988*).

El maíz reventón es una planta baja con tallos débiles y de madurez temprana. La planta produce más de dos mazorcas pequeñas en algunos casos hasta seis pero de bajo rendimiento en peso, aunque no en número de granos. Este tipo de maíz no es un cultivo comercial común en los trópicos y se siembra en pequeña escala. En varios países de los trópicos los granos de maíces duros son usados como reventones o son tostados en arena caliente y consumidos como bocadillos (*ALEXANDER, 1988*).

2.5.3.- Maíz dentado

En términos generales, el maíz dentado es el tipo de maíz cultivado más comúnmente para grano y ensilaje. El endosperma del maíz dentado tiene más almidón blando que los tipos duros y el almidón duro está limitado solo a los lados del grano. Cuando el grano se comienza a secar, el almidón blando en la parte superior del grano se contrae y produce una pequeña depresión. Esto da la apariencia de un diente y de aquí su nombre. Los maíces de granos dentados tienen una mayor profundidad de inserción en el olote y tienden a tener a ser más difíciles de trillar que los maíces duros. El maíz dentado es generalmente de mayor rendimiento que otros tipos de maíces, pero tiende a ser más susceptible a hongos e insectos en el campo y en el almacenamiento y demora más en secar que los maíces de granos de endosperma duro (*CIMMYT 1994*).

Muchos de los maíces dentados cultivados tienen granos de color blanco, preferidos para el consumo humano o tienen granos amarillos, los cuales son preferidos para alimento animal. Ambos tipos son importantes para alimento animal y para usos industriales. En los trópicos, el maíz dentado blanco se cultiva en 19 millones de hectáreas y el dentado amarillo en 9,7 millones de hectáreas (*CIMMYT 1994*).

2.5.4.- Maíz harinoso

El endosperma de los maíces harinosos está compuesto casi exclusivamente de un almidón muy blando, que se raya fácilmente con la uña aun cuando el grano no esté maduro y pronto para cosechar. Es el maíz predominante en las zonas altas de la región andina y de México. Los tipos de maíces harinosos muestran gran variabilidad en color de grano y textura. Estos maíces son casi únicamente usados como alimento humano y algunas razas se utilizan para la preparación de platos especiales y bebidas (*ROONEY, 1994*).

La variedad Cuzco Gigante, es un maíz harinoso del Perú que tiene granos grandes con solo ocho filas en la mazorca. En los últimos tiempos se ha difundido el consumo del maíz harinoso tostado. Las razas de estos maíces presentan una gran variedad de colores y de algunos de ellos se extraen colorantes. A causa de la naturaleza blanda del almidón del endospermo estos maíces son altamente susceptibles a la pudrición y a los gusanos de las mazorcas y a otros insectos que los atacan tanto en el campo como en el almacenamiento. Por otra parte, también es difícil mantener la buena germinabilidad de las semillas. El potencial de rendimiento es menor que el de los maíces duros y dentados (*ROONEY, 1994*).

Otro tipo de maíz que se está difundiendo en la zona andina es el Morocho; ha sido desarrollado cruzando tipos de maíces harinosos con maíces duros de zonas altas. Los granos tienen almidón blando en el centro con una capa periférica de almidón duro que lo rodea. Los maíces de tipo Morocho son más tolerantes a los problemas que afectan a los maíces harinosos; estos son maíces que tienen el doble propósito de servir como uso humano y para la industria avícola, si bien la industria no los acepta fácilmente a causa de los problemas que presenta su molienda (*GOERTZ, 1978*).

2.5.5.- Híbridos

Las variedades híbridas de maíz son variedades con características muy homogéneas en su desarrollo y productividad, además de que se han seleccionado para resistir

diversos problemas o enfermedades que afectan a la mayoría de variedades de maíz. Por cierto, llamamos "variedad" en el caso del maíz y demás plantas a lo que en animales llamaríamos "razas" (GONZÁLEZ, 1992).

La variedad mejorada de maíz "híbrido" son las que se producen al cruzar dos razas (o variedades) progenitoras, para aprovechar las características de estas y para lograr que el comportamiento del cultivo sea muy homogéneo. Las variedades cruzadas, o "híbridas" se comportan mejor debido a que ocurre algo que en genética llamamos "vigor híbrido", sucede que los pares de genes son lo más distinto posible, y la variedad híbrida resultante es más resistente y productiva (GONZÁLEZ, 1992).

El tema realmente es motivo de doctorados y es muy difícil explicar en una simple respuesta. Este "vigor híbrido" ocurre en todas las especies animales y vegetales, es una práctica comercial habitual que los cerdos, pollos y demás animales de granja utilizados para sacrificio en la producción de carne sean "híbridos", es decir cruza de dos o más razas diferentes, mientras que las razas puras se mantienen como reproductores (GONZÁLEZ, 1992).

En el caso del maíz se logra la hibridación o cruza entre las dos variedades progenitoras sembrándolas juntas, una hilera de una variedad y otra hilera de la otra variedad; a la variedad denominada "materna" se le corta la espiga (donde se produce el polen que fecunda las semillas) para que la mazorca solo reciba polen de la variedad "paterna". Los granos de las mazorcas de la variedad paterna son (lógicamente) de raza pura, no son híbridos; pero los granos de la variedad a la que se le cortaron las espigas son híbridos, y son los que se cosecharán para venderse como semillas de variedad híbrida (GARDNER, 1961).

Las variedades híbridas de maíz no son transgénicas, ni se ha modificado en modo alguno el genoma del maíz; es simple genética mendeliana (no ingeniería genética), exactamente igual que el mestizaje de cualquier ser vivo, incluidos los humanos.

Sin embargo el término "híbrido" tal vez no sea el más correcto, pues se trata de

variedades cruzadas o mestizas; pero así se ha adoptado en todas las especies animales y vegetales (*ROBINSON, 1962*).

Las variedades de maíz autóctonas (o criollas) pueden producir entre media tonelada hasta cuatro toneladas (las mejores) de maíz por hectárea, las variedades híbridas mejoradas hasta 20 toneladas por hectárea con las mismas condiciones. Pero las variedades transgénicas pueden producir hasta 40 toneladas por hectárea, esto puede ayudar a bajar el precio del maíz y, por ende de los alimentos (*ROBINSON, 1962*).

2.6.- Mejoramiento del maíz híbrido

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito de fitomejoramiento. 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 autofecundas: el algodón y el arroz híbridos son casos exitosos y conocidos y el trigo híbrido puede ser una realidad en un futuro cercano (*EAST, 1936*).

El maíz tropical ha sido solo tardíamente utilizado, los altos rendimientos generados por la heterosis y la investigación para el desarrollo de híbridos superiores y el uso del maíz híbrido en los trópicos está recibiendo ahora más atención. 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 t/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 t/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. En este capítulo haremos referencia al desarrollo de germoplasma de calidad superior para la producción de híbridos, líneas puras y progenitores (o parentales) para combinaciones híbridas y varios tipos de combinaciones híbridas que pueden ser adecuadas para diversos ambientes tropicales y valles en que se cultiva el maíz (*MOLL, 1962*).

2.7.- Historia del desarrollo del maíz híbrido

La hibridación varietal por medio de la polinización controlada o de la polinización abierta fue el origen para el desarrollo de muchas variedades de maíz; aún hoy día, las nuevas variedades evolucionan en los campos de los agricultores generadas por cruza derivadas de la polinización abierta. El uso intencional de la hibridación para el desarrollo de híbridos fue iniciado por Beal (1880): sembró dos variedades en surcos adyacentes, una de las cuales fue elegida como progenitor femenino y por lo tanto, fue despanojada, mientras que la otra variedad sirvió como polinizadora masculina; este híbrido entre variedades rindió más que las variedades parentales de polinización abierta. Sin embargo, los híbridos entre variedades no encontraron gran aceptación entre los agricultores Estadounidenses, posiblemente porque las ganancias en rendimiento eran modestas o probablemente porque el concepto de híbrido era demasiado avanzado para esa época (*POEHLMAN, 1987*).

La investigación innovativa llevada a cabo por Shull (1908, 1909) sobre el método de mejoramiento de maíz basado en las líneas puras dio las bases para una exitosa investigación y desarrollo de los híbridos. Esto ahora está avalado por cerca de 90 años de investigación de los fitomejoradores de maíz en los Estados Unidos de América y en otros países.

El esquema de híbridos de cruza simples fue sugerido inicialmente por Shull (1908, 1909) e East (1908), quienes desarrollaron los cruzamientos de dos líneas

endocriadas por el método de la línea pura, pero que no fue comercialmente exitoso a causa de las dificultades encontradas y el alto costo de la producción de las cruza simples. El maíz híbrido fue una realidad comercial después que Jones (1918) sugirió que dos cruza simples podían ser cruzadas entre sí para producir híbridos dobles.

Hallauer y Miranda (1988) describieron una serie de hitos en el desarrollo e investigación del maíz híbrido desde las cruza simples de Shull e East hasta el concepto moderno de usar dos líneas endocriadas para hacer una cruza simple. A continuación del éxito de Jones (1918) con los híbridos dobles, las principales etapas fueron: pruebas de topcross para habilidad combinatoria predicciones sobre los híbridos dobles, pruebas tempranas de líneas puras, concepto de variabilidad genética e híbridos, cruza de tres vías y, finalmente, híbridos simples desarrollando líneas puras superiores de alto rendimiento.

Varios artículos extensos en libros y revistas proporcionan una cuidadosa revisión de la investigación que ha sido llevada a cabo para desarrollar la tecnología del maíz híbrido (*EAST, 1936*).

Técnicamente, un híbrido exitoso es la primera generación - F1 - de un cruzamiento entre dos genotipos claramente diferentes. Normalmente se producen numerosos tipos de híbrido en todos los programas de mejoramiento para combinar diferentes caracteres de los distintos genotipos. En el caso del mejoramiento del maíz, el término híbrido implica un requerimiento específico y diferente, o sea que el híbrido F1 es usado para la producción comercial. El híbrido debe mostrar un razonable alto grado de heterosis para que el cultivo y su producción sean económicamente viables (*JENKINS, 1978*).

Se han desarrollado varias clases de maíces híbridos que han sido usados en diferentes medidas para la producción comercial; se pueden clasificar en tres tipos: híbridos entre progenitores no endocriados; híbridos entre progenitores endocriados e híbridos mixtos formados entre progenitores endocriados y no endocriados (*JUGENHEIMER, 1985*).

Diferentes tipos de maíces híbridos

Tipo de híbrido	Variaciones	Composición
Progenitores endocriados	no Cruza de poblaciones	Población A x población B
	Cruza de variedades	Variedad 1 x variedad 2
	Cruza sintética	Sintético 1 x sintético 2
	Cruza entre familias:	
	(a) familias medio hermanas	HS ₁ x HS ₂
	(b) familias hermanas	FS ₁ x FS ₂
Progenitores mezclados o endocriados x no endocriados	Topcross	Variedad x línea endocriada
	Doble topcross	Cruza simple x variedad
Progenitores endocriados	Cruza doble	(A x B) x (C x D)
	Cruza de tres vías	(A x B) x C
	Cruza simple	A x B

(MÉXICO, CIMMYT 1988)

2.8.- Plagas y enfermedades del maíz

2.8.1.- Plagas del maíz

En vista de la importancia que cada año adquiere el maíz como cultivo de gran relieve en nuestro país, en donde el área cultivada se amplía en cada ciclo y se diversifica su uso en la industria, es necesario dar a conocer algunos aspectos

importantes en lo referente a las enfermedades que lo atacan, las cuales se presentan a continuación en orden prioritario (WELLMAN, 1972).

En nuestra lista de plagas y enfermedades de los cultivos añadimos el maíz. Dada su importancia agronómica es indispensable conocer ante qué problemas nos enfrentamos y de que armas disponemos. Un sólo error puede mermar o incluso acabar con toda la producción que tenemos de maíz, así que es muy importante la prevención y la actuación rápida. Estas son las principales plagas y enfermedades del maíz (LEÓN, 1984).

2.8.1.1.- Gusano gris (*Agrotis segetum*, *Agrotis ipsilon*, *Agrotis exclamationis*)

El gusano gris son larvas de diversas mariposas que forman parte de los Noctuidos. Presentan un tamaño de entre 4 5 cm, enrollándose cuando notan el contacto de un posible depredador. Tienen un color grisáceo, y en el caso de la *Agrotis ipsilon* presenta franjas negras en sus anillos.

Los daños que causa sobre el cultivo del maíz están relacionados con las mordeduras de la larva. Provocan un marchitamiento generalizado de las hojas centrales en la planta joven, expandiéndose con el tiempo al resto de la planta. Un ataque fuerte disminuye considerablemente el volumen de plantas en una plantación.

La lucha contra el Gusano gris consiste en la aplicación de insecticidas (10% p/v (100 g/l) de Lambda cihalotrin, etc.) que en este último caso consiste en una pulverización foliar en concentraciones del 0,01-0,02 % (WELLMAN, 1972).

2.8.1.2.- Taladro del maíz (*Sesamiano nagrioides*)

Esta oruga de la Sesamia se alimenta tanto de la mazorca como del tallo del maíz, comiéndose por dentro el pedúnculo que sostiene el penacho (flores masculinas), provocando su caída, y por tanto, deteniéndose la fecundación. La producción de maíz cae súbitamente. En general en las plantas adultas existe cierta resistencia al

taladro, consiguiéndose sólo una reducción de la producción y de la calidad. En el caso de plantas jóvenes, si se produce un ataque severo puede dañar por completo el cultivo.

El tratamiento contra el taladro del maíz consiste en la aplicación de insecticidas (10% p/v deltametrin en dosis de 0,125 L/ha, 48% clorpirifos en pulverización normal, 15-20 cc/10 L agua) (POEHLMAN, 1987).

2.8.1.3.- Gusano barrenador (*Elasmopalpus angustellus*)

El adulto del gusano barrenador del maíz mide entre los 21 y 25 mm de envergadura alar. Las alas del adulto son de color grisáceo en la hembra y de tonalidades claras en el macho. Las larvas pueden llegar a medir los 20 mm de largo, son de color gris oscuro con tonalidades negras en la cabeza.

Los daños que produce el gusano barrenador en el cultivo del maíz se basan en la perforación del tallo. En las hojas se pueden observar perforaciones uniformes (CIMMYT, 1988).

2.8.1.4.- Oruga del maíz (*Heliothis armígera*)

Los daños causados por la oruga del maíz son producidos por las mordeduras de las larvas en tallos y frutos. Un ataque severo del cultivo provoca un segado completo del maíz. La oruga realiza la puesta, de forma aislada, en el envés de la hoja.

La solución ante la oruga del maíz consiste en la aplicación de insecticidas (10% p/v deltametrin al 0,075-0,125 L/ha, 48% clorpirifos en concentración de 0,15-0,2% (150-200 cc/100 L de agua) (HOOKER, 1978)

2.8.1.5.- Pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*)

El pulgón del maíz afecta el cultivo debido a la succión que realiza sobre el material vegetal, en concreto hojas y espigas. Estos ataques causan clorosis, necrosis y

pérdida de vigor de la planta. A menudo, si el ataque es severo produce una reducción del número de granos de la espiga. La época en que el pulgón realiza su ataque sobre el maíz con intensidad abarca desde la primavera hasta principio de verano.

Un tratamiento contra el pulgón del maíz consiste en la aplicación de insecticidas (10% p/v deltametrin, en concentraciones de 0,075-0,125 L/Ha) (WELLMAN, 1972).

2.8.2.- Enfermedades Virales

2.8.2.1.- Mosaico del maíz (*Enanismo rayado*)

Es la enfermedad causada por virus más común en Venezuela. Afecta a todos los cultivares actualmente sembrados, calculándose las pérdidas en un 2%; se encuentra distribuida en todo el país, siendo las hospederas más importantes la paja peluda (*Rottboellia exaltata*) y paja Johnson (*Sorghum* spp.), desde las cuales puede ser transmitida al maíz a través de un insecto vector, ejemplo: la chicharrita del maíz (*Peregrinus maydis*).

Síntomas: Se presenta enanismo de la planta, cuyo grado dependerá de la edad en que fue inoculada; las hojas aparecen muy juntas por el acortamiento de los entrenudos. En la lámina foliar se presenta un rayado clorótico fino y continuo que se desarrolla a lo largo de la vena y sale de la base, éstas adquieren un color púrpura y luego se necrosan, los tallos son débiles y las plantas susceptibles al acame.

Control: Cultivares resistentes, mantener limpia la siembra de hospederas alternantes (RENFRO, 1982).

2.8.2.2.- Rayado fino

Es una virosis que se encuentra distribuida en toda Venezuela en muy pequeña proporción y las pérdidas son insignificantes, pero en otros países han llegado hasta un 43%. El insecto vector es una chicharrita (*Dalbulus maidis*).

Síntomas: Se inician como pequeñas manchas cloróticas, las cuales van aumentando en número y coalescen hasta formar una raya continua que avanza lo largo de la vena. Los daños más acentuados se producen cuando se inoculan plantas muy jóvenes, ya que plantas bien desarrolladas no presentan síntomas después de ser inoculadas.

Control: Uso de variedades resistentes, (*RENFRO, 1982*).

2.8.2.3.- Achaparramiento del maíz

La enfermedad está ampliamente distribuida por toda Venezuela y es muy importante, las pérdidas puede sobrepasar el 20%. Su transmisión la realizan varias especies de chicharritas, pero el vector más común es *Dalbulus maidis* y el agente causal es un micoplasma.

Síntomas: Amarillamiento de las hojas jóvenes que luego se tornan rojizas, se produce un acortamiento de los entrenudos y proliferación de tallos a partir de yemas axilares; en casos severos, las mazorcas no llenan o tienen pocos granos y en casos extremos, las plantas mueren (*ADETIMIRUN, 1995*).

2.8.2.4.- Mosaico de la caña de azúcar en maíz

El virus se transmite mecánicamente y por áfidos. Esta enfermedad está íntimamente relacionada con el virus del mosaico de la caña de azúcar y ataca varias gramíneas, tales como maíz, sorgo, pasto Johnson caña de azúcar y paja peluda.

Las plantas atacadas desarrollan un mosaico característico (irregularidades en la distribución del verde normal) en la base de las hojas jóvenes. En ocasiones la presencia del mosaico se hace más conspicua por el desarrollo de rayas cloróticas irregulares, oblongas muy finas a lo largo de las venas. Posteriormente, las hojas más jóvenes muestran una clorosis general y las rayas son más grandes y abundantes. Dependiendo de cuándo ocurrió la infección, puede aparecer enanismo de la planta. Cuando las plantas son atacadas tempranamente pueden no producir mazorca o éstas son pequeñas. En ocasiones, las yemas axilares pueden crecer y alcanzar cierto desarrollo. Son muy susceptibles al acame y los rendimientos son afectados en un 6% aproximadamente, debido a esta enfermedad.

Control: Eliminar las malezas señaladas anteriormente, empleando herbicidas preemergentes en pacíficos para maíz. Utilización de variedades resistentes (*ADETIMIRUN, 1995*).

2.8.3.- Enfermedades Fungosas

2.8.3.1.- Mancha café (*Physoderma maydis*)

Se encuentra en toda Venezuela y es común en el estado Portuguesa, debido a la abundante precipitación y altas temperaturas, aunque no se considera de mucha importancia económica.

Síntomas: En la lámina foliar se forman manchas cloróticas a manera de bandas de tejido enfermo alternando con el tejido sano. Tanto en la nervadura central como en los nudos y entrenudos, se observan manchas de color marrón.

Control: Uso de variedades resistentes. La introducción reciente de cultivares 'Pioneer' con muy buenas características agronómicas, resaltarán la importancia de la enfermedad al ser suspendidos por su susceptibilidad (*WILLIAMS, 1984*).

2.8.3.2.- Downymildew Mildiú lanoso o punta loca (*Peronosclerospora sorghi*)

Fue una enfermedad de gran importancia en Venezuela hace una década, se encontró en diversas partes con diferentes grados de severidad; llegándose a observar hasta un 50% de pérdidas en varias fincas del estado Yaracuy, principalmente en siembras del híbrido 'Arichuna'.

Síntomas: Generalmente aparece una mancha clorótica en la base de la hoja de forma irregular con diferentes vértices. Esta lesión crece hasta ocupar la hoja completa, en el envés se puede observar estructuras del hongo; las hojas presentan también rayas cloróticas y se hacen más erectas que las normales, siendo en la mayoría de los casos más angostas.

Los órganos sexuales se modifican produciéndose en las espigas una filoidia y en las mazorcas un alargamiento sin que llegue a producir granos. Es común observar un ramillete de pequeñas hojas en el ápice de la planta.

Control: Uso de variedades resistentes. Mantener los campos limpios de malezas hospederas del hongo, tales como *Sorghum* sp (RENFRO, 1985).

2.8.3.3.- Curvularia Mancha foliar (*Curvularia lunata*)

Ampliamente distribuida por todo el país, aunque no se han cuantificado las pérdidas causadas por este patógeno, se estima que son altas por la frecuencia con que se encuentra en las áreas cultivadas de maíz en Venezuela.

Síntomas: Se presenta una pequeña mancha redondeada color café con un halo amarillo, las lesiones pueden agregarse ocupando más del 80% de la lámina foliar; el tamaño varía desde 1 hasta 4 mm de diámetro, pudiendo ser de mayor tamaño en variedades susceptibles.

Control: Utilización de materiales resistentes (WILLIAMS, 1984).

2.8.3.4.- Quemado de la hoja (*Helminthosporium maydis*)

Se presenta en toda Venezuela, pero no reviste importancia en áreas bien drenadas y baja precipitación. Se ha observado con mayor severidad donde existe abundante lluvia y drenajes deficientes, y cuando la enfermedad es severa las lesiones coalescen pudiendo afectar toda el área foliar. Las pérdidas pueden llegar al 40% sobre los rendimientos.

Síntomas: Las lesiones son pequeñas en forma romboidal y se alargan siempre delimitadas por las venas, de tal manera que las lesiones llegan a ser rectangulares (FREDERIKSEN, 1977).

2.8.3.5.- Pudrición del tallo (*Pythium spp.*)

Se ha venido presentando con cierta frecuencia en los últimos años en algunas zonas del estado Portuguesa, aunque las pérdidas causadas hasta el momento son bajas no sobrepasando el 1%; pero es posible que se incremente la incidencia debido a las condiciones en que se siembra el maíz en Venezuela.

Síntomas: Generalmente el daño se localiza en los entrenudos inferiores, en los cuales se puede notar una depresión a manera de estrangulamiento, tornándose de color verde oscuro y luego cambia al color castaño; el tallo se pudre en el sitio de infección presentando un aspecto acuoso, lo cual hace que se acame y se retuerzan los tejidos.

Control: Uso de variedades resistentes. Evitar el aporque en suelos infestados (KANEKO, 1980).

2.8.3.6.- Pudrición de mazorcas y granos (*Fusarium spp.*)

Se presenta básicamente en zonas húmedas y cálidas, siendo una de las causas que mayormente predisponen a la presencia de la enfermedad los daños mecánicos

ocasionados por insectos, aves o roedores, al alimentarse de los granos en las mazorcas.

Síntomas: En la mazorca puede observarse diferentes coloraciones en el grano, desde el castaño oscuro hasta el rosado y rojo; es común ver hilos de granos completamente afectados, mientras el resto permanece aparentemente sano.

Control: Sembrar variedades de mazorca cerrada. Evitar daños mecánicos y el contacto de las mazorcas con el suelo (*RENFRO, 1982*).

2.8.3.7.- Carbón común (*Ustilago maydis*)

Esta enfermedad tuvo su importancia en el país alrededor de los años 50, pero actualmente se encuentra en forma esporádica sin que llegue a causar pérdidas económicas. En otros países se han presentado pérdidas hasta del 12%.

Síntomas: El hongo ataca los tallos, hojas, espigas y mazorcas, produciendo un agrandamiento de los tejidos atacados y formando bolsas o agallas. Frecuentemente el ataque a la mazorca provoca la formación de agallas que reemplazan a los granos. Las agallas que adquieren mayor tamaño o volumen son las que se forman en las espigas o nudos, en plantas pequeñas el daño es más severo llegando a veces a causar su muerte.

Las bolsas o agallas contienen dentro las esporas que infestan las siembras sucesivas.

Control: Tratamiento de semillas. Destrucción de agallas. Siembra profunda (*GONZÁLEZ, 1992*).

2.8.3.8.- Pudrición de Mazorca por *Diplodia*

Las pudriciones de mazorca causadas por *Diplodia* spp. Se encuentran generalmente en zonas calientes con abundante humedad. Las brácteas de mazorcas dañadas

desarrollan áreas decoloradas que crece hasta secarlas completamente, esto hace que la mazorca aparezca seca aun cuando la planta esté verde todavía. Al abrir las brácteas, la mazorca aparece floja y de color amarillento con un desarrollo algodonoso entre los granos. Al madurar la planta, se puede observar gran cantidad de picnidios negros en los granos y raquis. Estos picnidios sirven como fuente de inóculo en las siguientes siembras (*WILLIAMS, 1984*).

CAPÍTULO III

3.- METODOLOGÍA

3.1.- DESCRIPCIÓN SISTEMATIZADA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO DIRIGIDO

El trabajo se ejecutó en el Centro Experimental Chocloca perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho ubicado en la comunidad de Chocloca del municipio de Uriondo, provincia José María Avilés, ubicada a 40 Km al sur de Tarija, en el margen izquierdo y parte baja de la cuenca del río Camacho y subcuenca de la quebrada el Huayco, con las siguientes coordenadas UTM latitud sud 21° 44'45" y longitud oeste 64°43'38" y una altitud de 1850 msnm. Con una precipitación media anual de 647.3 mm, mayormente distribuidas en el mes de noviembre a marzo, y una temperatura media anual de 18.1 °C, con una variación de 13.2 °C a 19.4 °C en época seca (según el balance hídrico) y 19.4 °C a 21.3 °C en época lluviosa, la máxima extrema es de 37.0 °C registrada en los meses de agosto a diciembre, mientras que la mínima extrema es de -8 °C registrada en los meses de julio (*SENAMHI, 2015*).

Los suelos del territorio del CECH, como no puede ser de otra manera, tienen relación directa con el paisaje geomorfológico, en este sentido, y de acuerdo Alzerreca y Ruiz (1998), los suelos dominantes del CECH, forman parte de terrazas, por tanto predominan los suelos de origen aluvial, que caracteriza a las terrazas aluviales, con relieve casi plano a ligeramente inclinado (< 3% de pendiente), sin pedregosidad superficial, con textura fina arcillosa a franco limosa, generalmente profundos con bajos niveles de materia orgánica y fertilidad, en las terrazas bajas los suelos tienen textura y profundidad variable desde franco limoso a franco arenoso, generalmente profundos a superficiales (*ROSALES, 2008*).

3.1.1.- Primera Etapa

3.1.1.1.- Presentación del trabajo

La presentación del trabajo Dirigido que se ejecuto fue presentado en una reunión previa conjuntamente con el INIAF, el encargado del CECH y la asociación de lecheros de la Comunidad de Chocloca en fecha 05/10/2014 en horas de la mañana. Una vez presentado y explicado el alcance de dicho trabajo por parte del INIAF, se llevó a cabo por parte del encargado del CECH la muestra del predio de terreno con el que se contaba para realizar el trabajo, al final de la reunión se llegó a un acuerdo entre los participantes de realizar un día demostrativo en campo, para poder evidenciar los resultados que se obtuvo durante todo el trabajo.

3.1.1.2.- Preparación del Suelo

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra, se efectuó la labor con una arada profunda para que este quede bien suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de retención de agua sin encharcamientos.

También se realizó el rastreo correspondiente con rastra a tracción mecánica para que el suelo quede bien mullido y para que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se realizó la siembra, quedando los terrenos limpios de restos de plantas (rastros); esta labor cultural fue ejecutada en forma conjunta con el INIAF y Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

Luego se prosiguió con el rayado o preparado del surco a una profundidad de 15 a 20 cm, tomando en cuenta la pendiente del terreno, esto para facilitar el riego y la labor del aporque, la distancia entre surco fue de 0.60 m, esto se dio por la tecnología que se contaba en el Centro Experimental.

3.1.2.- Segunda Etapa

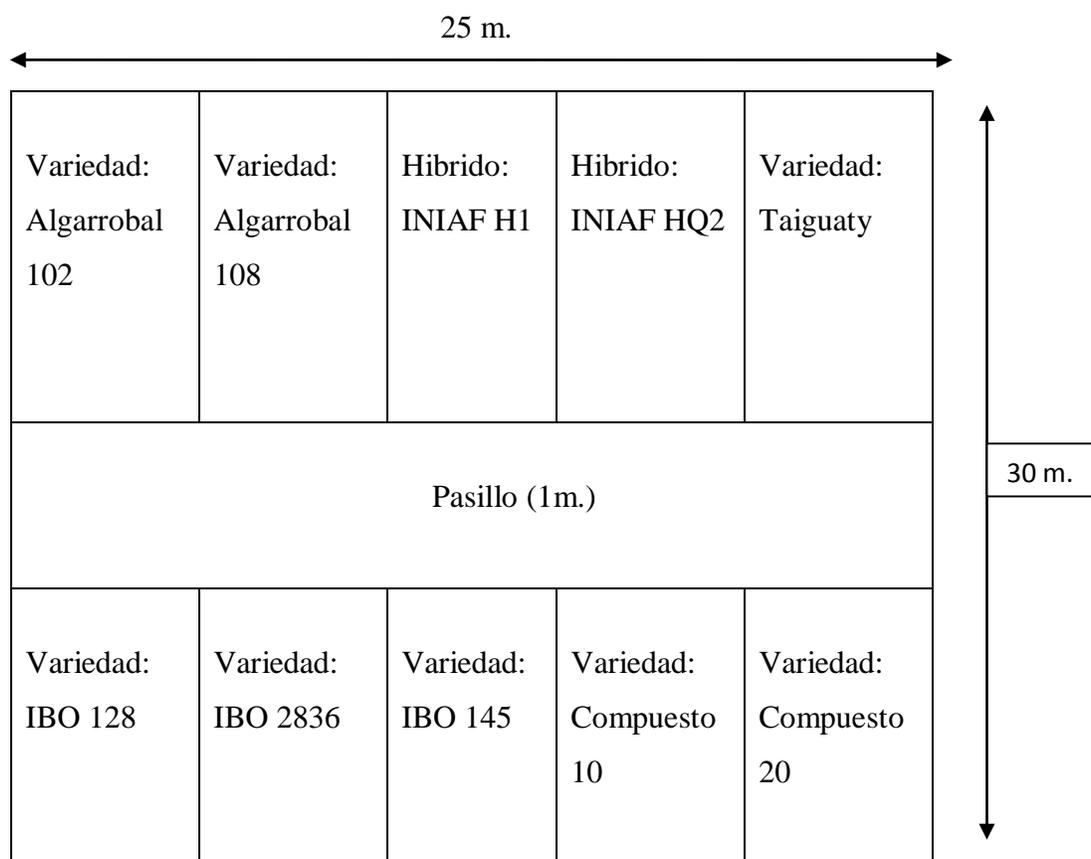
3.1.2.1.- Replanteo de parcelas

El replanteo de parcela se lo realizo de acuerdo a lo planeado por el INIAF y el CECH tomando en cuenta el predio con en que se contaba, se procedió con la ayuda de materiales auxiliares como la wincha y estacas al remarcado de las parcelas, tomando en cuenta una parcela por cada variedades e híbridos que se sembró.

Cada parcela se dividió en cinco surcos con una densidad de siembra de 0.60 metro entre surcos y 0.25 metros entre plantas, dejando tres semillas por golpe.

La superficie total es de 750 metros cuadrados, según reglamentación del INIAF, institución patrocinadora del presente Trabajo Dirigido en convenio con la facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

El replanteo de las parcelas se muestra en el siguiente cuadro, donde se encuentra ubicado experimento del maíz, de la siguiente forma:



3.1.2.2.- Variables a evaluar

Días a floración masculina y femenina: Esta toma de datos se realizó 2 veces durante todo el trabajo realizado, la primera toma de datos se realizó el 10/03/2015 y la segunda el 19/03/2015, que consiste en tomar un número determinado de plantas y verificar la floración tanto masculina como femenina de cada planta, para luego sacar el porcentaje de floración femenina y masculina, que nos proporcionara el dato de precocidad de cada variedad e híbrido.

Altura de planta y mazorca: Esta variable de respuesta se realizó al momento de la cosecha, tomando en cuenta un número determinado de plantas y tomando la altura tanto de la planta como de la mazorca, para la altura de la planta se toma como referencia de medición desde la base del tallo, hasta la hoja bandera; y para la altura de la mazorca se toma como referencia de medición desde la base del tallo hasta la

base de la mazorca, en caso de que la planta contara con dos mazorcas, se deberá tomar la altura de la primer mazorca, que viene a ser la más superior o más cercana a la flor masculina.

Aspecto de planta y de mazorca: Esta variable es para verificar y tomar datos si alguna variedad e híbrido presenta al momento de la cosecha problemas de enfermedades o alguna alteración fisiológica.

Acame de raíz y tallo: Esta variable de respuesta se verifica tomando en cuenta que para que la planta de maíz presente acame de raíz deberá presentar una inclinación de la parte más baja del tallo un ángulo al menos de unos 45° o en otros casos menos respecto al suelo.

Para que una planta presente acame de tallo deberá presentar una quebradura por debajo de la mazorca formando un ángulo de 45° o menos con respecto al suelo.

Esta variable se realiza d forma manual a simple vista.

Peso de campo de la masa foliar en kg/Ha: Esta variable de respuesta es la que se realizó al final del trabajo pesando en campo las plantas cosechadas para calcular el peso de campo en kg/Ha de cada variedad e híbrido.

3.1.3.- Tercera Etapa

3.1.3.1.- Siembra

La siembra se realizó de forma manual tomando en cuenta la pendiente del terreno para evitar el encharcamiento del agua en época de lluvia, sembrándose las variedades de la siguiente manera: ALGARROBAL 102, ALGARROBAL 108, híbrido INIAF H1, híbrido INIAF HQ2, Taiguaty, IBO 128, IBO 2836, IBO 145, Compuesto 10 y Compuesto 20, con una distancia de 0.60 metros entre surcos y 0.25 metros entre plantas tomando en cuenta la tecnología que se usa en la zona, en cada golpe se utilizó 3 semillas de las variedades correspondientes a las parcelas.

La siembra se realizó el 31 de Diciembre 2014 en horas de la mañana, a una profundidad de 5 cm de forma manual con la ayuda de zapines.

Posteriormente se realizó el tapado con tracción mecánica utilizando un tractor con una niveladora de madera.

La germinación se dio a los 4 a 7 días.

3.1.3.2.- Labores culturales

Las labores recomendadas aplicadas fueron el raleo, carpida, incorporación de urea, aporque, control de plagas y enfermedades. Todas estas la labores culturales se realizaron en su oportunidad para evitar problemas de plagas y enfermedades y para su máximo aprovechamiento de la planta al fertilizante.

3.1.3.3.- Raleo

El raleo se realizó con la finalidad de lograr la densidad de plantación deseada en la parcela en estudio. Consiste en extraer las plantas que exceden, seleccionando a simple vista las más débiles, o que presenten alguna alteración o deformidad fisiológica.

Es una labor de cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 25 a 30 cm.

3.1.3.4.- Carpida o control de maleza

Esta labor cultural se la realizo en dos ocasiones en el transcurso de este trabajo dirigido a los 26 días de la siembra el 25 de enero del 2015 y a los 65 días de la siembra el 4 de marzo del 2015.

Esta operación que se realiza a una profundidad entre 8 y 12 cm, con la finalidad de eliminar malezas y remover la tierra, mejorando de esta forma la granulosidad, aumentando el contenido de aire y la meteorización necesaria para activar las reacciones del suelo y con ello la descomposición de las sustancias orgánicas.

La primer carpida o desmalezado se realizó con tracción animal (yunta), esta labor fue asociada conjuntamente con la incorporación de fertilizante y el aporque, el segundo control se lo realizó con la ayuda de azadas.

3.1.3.5.- La incorporación de fertilizante

La incorporación de fertilizante se realizó al momento del aporque y control de malezas, tomando en cuenta el ciclo vegetativo que llevaba el cultivo de maíz se incorporó urea a razón de 13.5 kg para los 750 m² que comprendía el terreno del ensayo.

Esta labor cultural se la realizo el 25 de enero del 2015 de forma manual en horas de la mañana. Se la realizo para que la planta aproveche de la mejor manera la fertilización y muestre un mejor vigor, ya que está en pleno desarrollo.

3.1.3.6.- 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 planta al suelo, evitando el acame o vuelco por acción de la humedad y el viento y mejora el control de malezas.

El aporque se lo realizo a los 26 días después de la siembra el 25 de enero de 2015 cuando la planta alcanzo una altura promedio de 30 y 40 cm, esta labor cultural se la realizo con tracción animal (yunta).

3.1.3.7.- Control de plagas y enfermedades

El control se lo realizo a 36 días de la siembra el 14 de febrero de 2015 porque se llegó a observar que el cultivo presentaba los primeros síntomas y signos del ataque de la plaga Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), para realizar el control de esta plaga se utilizó Losban Plus, a razón de 25 ml. Por mochila.

3.1.4.- Cuarta Etapa

3.1.4.1.- Seguimiento y toma de datos de acuerdo a las variables a evaluar

Los seguimientos y observación se realizaron de forma oportuna semanalmente, donde se consideró la toma de datos de acuerdo a las variables de respuesta indicadas desde el momento de siembra hasta la cosecha.

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

3.1.4.2.- Día demostrativo en campo

El día demostrativo se realizó el 06/04/2015 con la participación del INIAF, el CECH, la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales (carrera de Ingeniería Agronómica) y la Asociación de Lecheros de la Comunidad de Chocloca. Donde se expuso en campo el procedimiento que se siguió a lo largo del trabajo, los datos que se tomaron para evaluar y el comportamiento productivo y fisiológico de cada variedad e híbrido con el que se trabajó.

Se realizó el muestreo del estado de la planta y grano en estado lechoso pastoso, el cual nos indica un estado óptimo para realizar el ensilaje, donde los participantes tuvieron la oportunidad de despejar sus dudas referentes al trabajo por medio de preguntas, aclaradas por medio de mi persona y el responsable del programa maíz a nivel del departamento.

3.1.4.3.- Cosecha y Evaluación

Esta etapa se la realizó mediante una previa verificación del estado reproductivo de la planta, tomando en cuenta que el estado óptimo de la mazorca es que este en estado de lechoso a pastoso.

Para tal efecto se tomó en cuenta los siguientes datos: el número de plantas cosechadas, el peso de las plantas cosechadas, acame de raíz y tallo, número de mazorcas cosechadas y peso de mazorcas cosechadas.

Luego se procedió a tomar muestra a razón de 1 Kg por parcela o variedad e híbrido, se llevó al laboratorio para realizar la evaluación de materia seca, para ver la capacidad productiva con la que se cuenta para realizar el ensilaje.

3.1.5.- Quinta Etapa

3.1.5.1.- Trabajo de gabinete

Consistió en la tabulación de datos obtenidos o tomados en campo, tomando en cuenta el análisis comparativo que generaran los resultados que determinaran las variedades e híbridos de mejor comportamiento productivo.

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, mi persona realizo conjuntamente el seguimiento del proceso del trabajo y complementando el trabajo, procedí a realizar un muestreo de cada variedad e híbrido para llevar al laboratorio y evaluar el peso de la materia seca de cada variedad e híbrido que se estudió.

3.2.2.- Materiales y Equipo

Según información proporcionada por el INIAF se utilizaran los siguientes materiales:

Insumos para la implementación de la parcela (fertilizante químico como la urea, semilla de maíz de las variedades Algarrobal 102, Algarrobal 108, híbrido INIAF H1, híbrido INIAF HQ2, Tahiguaty, IBO 128, IBO 2836, IBO 145, Compuesto 10, Compuesto 20, insecticidas).

Herramientas menores (azadón, pala, fumigadora manual).

Equipo de transporte (Vehículo).

Equipo de campo (arado, rastra y yunta).

Material de escritorio (libreta de campo, formularios, computadora).

Equipos menores (máquina fotográfica digital, flexo metro, wincha métrica, romana).

Equipos auxiliares (estacas, piolas, combo)

Manual o texto de consulta de campo.

3.2.2.1.- Descripción de las variedades e híbridos (caracteres agronómicos).

Variedad IBTA Algarrobal 102

Ciclo vegetativo: Intermedio, alcanza su madurez fisiológica a los 120 días.

Altura de planta: 180 a 220 cm.

Forma de consumo: Elaboración de alimentos balanceados y consumo humano.

Zonas del cultivo: Zonas del chaco (Chuquisaca y Tarija) y zonas subtropicales.

Rendimiento: 3.5 tn/Ha.

Color del grano: Amarillo.

Variedad IBTA Algarrobal 108

Ciclo vegetativo: Semitardío, alcanza su madurez en choclo a los 100 días.

Altura de planta: 220 – 250 cm.

Formas de consumo: Choclo, grano y harinas.

Zonas de cultivo: Zonas del Chaco (Tarija y Chuquisaca) y zonas subtropicales.

Rendimiento: 2.8 tn/Ha.

Híbrido INIAF H1

Alto potencial productivo y excelente sanidad.

Tolerantes a enfermedades foliares.

Fuertes tallos y raíces.

Buena cobertura de mazorca.

Días promedio de floración de 55- 60 días.

Días promedio de cosecha de 150 – 155 días.

Híbrido INIAF HQ2

Alto potencial productivo.

Calidad proteínica del grano.

Tolerante a enfermedades foliares.

Fuertes tallos y raíces.

Días promedio de floración de 55 – 60 días.

Días promedio de cosecha 140 – 150 días.

Variedad Tahiguaty

Variedad mejorada de polinización libre.

Ciclo vegetativo intermedio (57 días a floración femenina).

Madurez fisiológica intermedia de 120 días.

Altura de planta: mediana 220 cm.

Tallo y sistema radicular bien desarrollados.

Tolerantes a enfermedades comunes del maíz (Helminthosporium spp. Y Puccinia spp.)

Excelente potencial de rendimiento de 4.3 tn/Ha.

Variedad IBO 128

Ciclo vegetativo: 150 días.

Altura de planta: 270 cm.

Rendimiento: 4.0 – 4.5 tn/Ha.

Color del grano: Amarillo.

Variedad IBO 2836

Ciclo vegetativo: 160 días.

Altura de planta: 260 cm.

Zona de cultivo: Todo el Chaco.

Rendimiento: 4.5 – 5.0 tn/Ha.

Color del grano Amarillo.

Variedad IBO 145

Ciclo vegetativo: 135 días a cosecha en grano.

Altura de planta: 250 cm.

Zona de cultivo: Todo el chaco.

Rendimiento: 3 – 3.5 ton/Ha.

Color del grano: Amarillo.

Variedad Compuesto 10

Esta variedad presenta un grano pequeño, profundo, dentado y de color blanco.

La planta es de porte alto.

Proporciona alto rendimiento en grano y materia verde por lo cual se destina especialmente a la preparación de ensilado.

Su ciclo vegetativo es de 185 días.

Es tolerante al palmarado y a pudriciones de tallo y mazorca.

Se adapta bien a zonas de valles entre 1700 y 2600 m.s.n.m.

Variedad Compuesto 20

Es una variedad de alto rendimiento en grano, sirve también para elaboración de chicha y mote.

Tiene muy buena tolerancia a enfermedades fúngicas y al palmarado.

Gracias a su magnífica tolerancia a enfermedades y a su precocidad se puede sembrar tanto en zonas de temporal como en zonas provistas de riego, en las cuales se puede obtener hasta 2 cosechas por ciclo vegetativo, una en grano y otra en forma de ensilado.

Su ciclo vegetativo es de 150 días.

Su rango de adaptación es amplio pudiendo cultivarse en zonas de valle entre 1800 y 2800 m.s.n.m.

CAPÍTULO IV

4.- RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECABADA

Concluido con el Trabajo Dirigido, siguiendo todo el procedimiento planteado y pasada la fase de gabinete se procede a continuación a realizar la interpretación de las matrices de datos recabados a lo largo del proceso.

INSTITUTO DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL – INIAF

PROGRAMA NACIONAL DE MAÍZ – INIAF TARIJA

Ensayo: Comportamiento productivo de 8 variedades y 2 híbridos de maíz para la producción de ensilaje en el Centro Experimental Chocloca.

Localidad: Centro Experimental Chocloca **Fecha de siembra:** 31/12/2014 **Fecha de cosecha:** 09/04/2015

Cuadro N° 1 Características morfológicas de las variedades e híbridos de maíz (días a floración y altura de planta y mazorca)

Ent.	Repetición	Parcela	Genealogía	Días a Flor		Altura (cm.)		S.D. (Planta)	S.D. (Maz.)
				Masc.	Fem.	Planta	Maz.		
V1	1	1	Algarrobal 102	25/22	25/20	288	170	5,6	18,3
V2	1	1	Algarrobal 108	25/24	25/20	307	179	24,6	27,3
V3	1	1	INIAF H1	25/25	25/23	265	114	-17,4	-37,7
V4	1	1	INIAF HQ2	23/23	25/21	266	134	-16,4	-17,7
V5	1	1	Tahiguaty	25/23	25/19	287	141	4,6	-10,7
V6	1	1	IBO 128	25/24	25/24	281	150	-1,4	-1,7
V7	1	1	IBO 2836	25/23	25/20	296	160	13,6	8,3
V8	1	1	IBO 145	25/24	25/21	291	136	8,6	-15,7
V9	1	1	Compuesto 10	25/25	25/23	275	168	-7,4	16,3
V10	1	1	Compuesto 20	25/25	25/25	268	165	-14,4	13,3
						Σ	2824	1517	
						\bar{X}	282,4	151,7	

En el cuadro n° 1 se puede observar la diferente toma de datos que se realizó a lo largo de todo el trabajo, tomando en cuenta las variables de respuesta que se planteó.

En días a floración a la primera toma de muestra o toma de datos realizados en campo el 10/03/2015 se pudo observar en las diferentes parcelas los siguientes datos:

Variedad Algarrobal 102 de 25 plantas el 31% flor masculina y un 16% con flor femenina, variedad Algarrobal 108 de 25 plantas el 28% flor masculina y 16% flor femenina, híbrido INIAF H1 de 25 plantas el 56% flor masculina y el 28% flor femenina, híbrido INIAF HQ2 de 25 plantas el 20% flor masculina y el 16 % flor femenina, variedad Tahiguaty de 25 plantas el 64 % flor masculina y el 48% flor femenina, variedad IBO 128 de 25 plantas el 33% flor masculina y el 22% flor femenina, variedad IBO 2836 de 25 plantas el 28% flor masculina y el 15% flor femenina, variedad IBO 145 de 25 plantas el 35% flor masculina y el 18% flor femenina, variedad Compuesto 10 de 25 plantas el 48% flor masculina y el 32% flor femenina, variedad Compuesto 20 de 25 plantas el 53% flor masculina y el 36% flor femenina.

El resultado de esta primera toma de datos da que la variedad Tahiguaty es la más precoz, seguida de la variedad compuesto 20.

En la segunda toma de datos en campo de días de floración efectuada el 19/03/2015 se pudo observar en las parcelas los siguientes datos: variedad Algarrobal 102 de 25 plantas el 88% flor masculina y el 80% flor femenina, variedad Algarrobal 108 de 25 plantas el 96% flor masculina y el 80% flor femenina, híbrido INIAF H1 de 25 plantas el 100% flor masculina y el 92% flor femenina, híbrido INIAF HQ2 de 25 plantas el 92% flor masculina y el 84% flor femenina, variedad Tahiguaty de 25 plantas el 92% flor masculina y el 76% flor femenina, variedad IBO 128 de 25 plantas el 96% flor masculina y el 96% flor femenina, variedad IBO 2836 de 25 plantas el 92% flor masculina y el 80% flor femenina, variedad IBO 145 de 25 plantas el 96% flor masculina y el 84% flor femenina, variedad Compuesto 10 de 25

plantas el 100% flor masculina y el 92% flor femenina, variedad Compuesto 20 de 25 plantas el 100% flor masculina y el 100% flor femenina.

En la toma de datos referidos a altura de planta se obtuvieron los siguientes datos: variedad Algarrobal 102 288 cm; variedad Algarrobal 108 307 cm; híbrido INIAF H1 265 cm; híbrido INIAF HQ2 266 cm; variedad Tahiguaty 287 cm; variedad IBO 128 281 cm; variedad IBO 2836 296 cm; variedad IBO 145 291 cm; variedad Compuesto 10 275 cm; variedad Compuesto 20 268 cm. En la toma de datos de altura de mazorca se obtuvieron los siguientes datos: variedad Algarrobal 102 170 cm; variedad Algarrobal 108 179 cm; híbrido INIAF H1 114 cm; híbrido INIAF HQ2 134 cm; variedad Tahiguaty 141 cm; variedad IBO 128 150 cm; variedad IBO 2836 160 cm; variedad IBO 145 136 cm; variedad Compuesto 10 168 cm; variedad Compuesto 20 165 cm.

INSTITUTO DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL – INIAF

PROGRAMA NACIONAL DE MAÍZ – INIAF TARIJA

Ensayo: Comportamiento productivo de 8 variedades y 2 híbridos de maíz para la producción de ensilaje en el Centro Experimental Chocloca

Localidad: Centro Experimental Chocloca **Fecha de siembra:** 31/12/2014 **Fecha de cosecha:** 09/04/2015

Cuadro N° 2 Características morfológicas de las variedades e híbridos de maíz (n° de plantas, n° de mazorcas cosechadas, acame de raíz y tallo)

Ent.	Repetición	Parcela	Genealogía	N° de Plantas			N° de Mazorcas		S.D. (N° de Plantas)	S.D. (N° de Maz.)
				Cosecha	Acamadas		Cosecha	Podr.		
					Raíz	Tallo				
V1	1	1	Algarrobal 102	58	----	---	56	---	-4,7	-7,1
V2	1	1	Algarrobal 108	66			66		3,3	2,9
V3	1	1	INIAF H1	62			65		-0,7	1,9
V4	1	1	INIAF HQ2	68			70		5,3	6,9
V5	1	1	Tahiguaty	65			66		2,3	2,9
V6	1	1	IBO 128	55			55		-7,7	-8,1
V7	1	1	IBO 2836	65			65		2,3	1,9
V8	1	1	IBO 145	67			67		4,3	3,9
V9	1	1	Compuesto 10	61	43		61		-1,7	-2,1
V10	1	1	Compuesto 20	60	42		60		-2,7	-3,1
			Σ	627			Σ	631		
			\bar{X}	62,7			\bar{X}	63,1		

En la matriz de datos cuadro n° 2 se puede observar el número de plantas por parcelas de cada variedad e híbridos que se estudió donde se evaluó el acame de tallo y raíz, donde la variedad Compuesto 10 de 61 plantas 51 presentaban acame de raíz, haciendo un 83.6% de acame, y la variedad Compuesto 20 de 60 plantas 49 presentaban acame de raíz, haciendo un 81.6% de acame, estas dos variedades fueron las únicas que presentaron acame, a causa de fenómenos climáticos como la lluvia y el viento, las demás variedades no sufrieron ningún daño ni alteración el su ciclo vegetativo.

De las restantes 6 variedades y 2 híbridos, ninguna sufrió acame de tallo.

En toma de datos de número de mazorcas se procedió a extraer la mazorca de todas las plantas cosechadas en las diferentes parcelas de cada variedad e híbridos obteniendo los datos mostrados en el cuadro n° 2.

INSTITUTO DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL – INIAF

PROGRAMA NACIONAL DE MAÍZ – INIAF TARIJA

Ensayo: Comportamiento productivo de 8 variedades y 2 híbridos de maíz para la producción de ensilaje en el Centro Experimental Chocloca.

Localidad: Centro Experimental Chocloca **Fecha de siembra:** 31/12/2014 **Fecha de cosecha:** 09/04/2015

Cuadro N° 3 **Características morfológicas de las variedades e híbridos de maíz (peso de campo kg, peso sin mazorca kg, peso de mazorca kg, rendimiento de masa foliar kg/Ha.)**

Ent.	Rep.	Parcela	Genealogía	Peso de Campo Kg.	P.S.M. Kg.	P.M. Kg.	Rendimiento	S.D. Peso de Campo	S.D. P.S.M.	S.D. P.M.	S.D. Rendimiento Masa Foliar	
							Masa Foliar Kg./Ha					
V1	1	1	Algarrobal 102	84,500	50,000	34,500	46.944,444	16,4	6,3	10,1	9.127,8	
V2	1	1	Algarrobal 108	55,000	36,900	18,100	30.555,556	-13,1	-6,8	-6,2	-7.261,1	
V3	1	1	INIAF H1	63,800	44,800	19,000	35.444,444	-4,3	1,1	-5,3	-2.372,2	
V4	1	1	INIAF HQ2	67,700	46,000	21,700	37.611,111	-0,4	2,3	-2,6	-205,6	
V5	1	1	Tahiguaty	66,100	42,100	24,000	36.722,222	-1,9	-1,6	-0,3	-1.094,4	
V6	1	1	IBO 128	53,800	34,900	18,900	29.888,889	-14,3	-8,8	-5,4	-7.927,8	
V7	1	1	IBO 2836	65,500	39,800	25,700	36.388,889	-2,6	-3,9	1,3	-1.427,8	
V8	1	1	IBO 145	68,000	43,000	25,000	37.777,778	-0,1	-0,7	0,6	-38,9	
V9	1	1	Compuesto 10	76,500	46,600	29,900	42.500,000	8,4	2,9	5,5	4.683,3	
V10	1	1	Compuesto 20	79,800	53,100	26,700	44.333,333	11,7	9,4	2,3	6.516,7	
				Σ	680,700	437,200	243,500	378.166,666				
				\bar{X}	68,070	43,720	24,350	37.816,667				

En la matriz de datos cuadro n° 3 se puede observar el peso en campo de las variedades e híbridos tomando en cuenta la planta completa incluyendo la mazorca donde se obtuvieron los siguientes datos en parcelas: variedad Algarrobal 102 84,500 kg; variedad Algarrobal 108 55,000 kg; híbrido INIAF H1 63,800 kg; híbrido INIAF HQ2 67,700 kg; variedad Tahiguaty 66,100 kg; variedad IBO 128 53,800 kg; variedad IBO 2836 65,500 kg; variedad IBO 145 68,000 kg; variedad Compuesto 10 76,500 kg; variedad Compuesto 20 79,800 kg.

De igual manera se observa el peso de la planta sin mazorca embutiendo los siguientes datos en parcelas de cada variedad e híbrido: variedad Algarrobal 102 50,000 kg; variedad Algarrobal 108 36,900 kg; híbrido INIAF H1 44,800 kg; híbrido INIAF HQ2 46,000 kg; variedad Tahiguaty 42,100 kg; variedad IBO 128 34,900 kg; variedad IBO 2836 39,800 kg; variedad IBO 145 43,000 kg; variedad Compuesto 10 46,600 kg; variedad Compuesto 20 53,100 kg.

Posteriormente se observa la toma de peso de mazorcas cosechadas en base a las plantas cosechadas de cada parcela obteniendo los siguientes datos: variedad Algarrobal 102 34,500 kg; variedad Algarrobal 108 18,100 kg; híbrido INIAF H1 19,000 kg; híbrido INIAF HQ2 21,700 kg; variedad Tahiguaty 24,000 kg; variedad IBO 128 18,900 kg; variedad IBO 2836 25,700 kg; variedad IBO 145 25,000 kg; variedad Compuesto 10 29,900 kg; variedad Compuesto 20 26,700 kg.

También se observa haciendo los cálculos respectivos el rendimiento de masa foliar en kg/Ha, obteniendo los siguientes datos: variedad Algarrobal 102 46944,444 kg/Ha; variedad Algarrobal 108 30555,556 kg/Ha; híbrido INIAF H1 35444,444 kg/Ha; híbrido INIAF HQ2 37611,111 kg/Ha; variedad Tahiguaty 36722,222 kg/Ha; variedad IBO 128 29888,889 kg/Ha; variedad IBO 2836 36388,889 kg/Ha; variedad IBO 145 37777,778 kg/Ha; variedad Compuesto 10 42500,000 kg/Ha; variedad Compuesto 20 44333,333 kg/Ha.

INSTITUTO DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL – INIAF

PROGRAMA NACIONAL DE MAÍZ – INIAF TARIJA

Ensayo: Comportamiento productivo de 8 variedades y 2 híbridos de maíz para la producción de ensilaje en el Centro Experimental Chocloca.

Localidad: Centro Experimental Chocloca **Fecha de siembra:** 31/12/2014 **Fecha de cosecha:** 09/04/2015

Cuadro N° 4 Características morfológicas de las variedades e híbridos de maíz (rendimiento masa foliar sin mazorca kg/Ha, peso de mazorcas kg/Ha.)

Ent.	Repetición	Parcela	Genealogía	P. S. M. Kg/Ha.	P. M. Kg/Ha.	S.D. P.S.M.	S.D. P.M.
V1	1	1	Algarrobal 102	27.777,800	19.166,667	3.488,9	5.638,9
V2	1	1	Algarrobal 108	20.500,000	10.055,556	-3.788,9	-3.472,2
V3	1	1	INIAF H1	24.888,900	10.555,556	600,0	-2.972,2
V4	1	1	INIAF HQ2	25.555,600	12.055,556	1.266,7	-1.472,2
V5	1	1	Tahiguaty	23.388,900	13.333,333	-900,0	-194,4
V6	1	1	IBO 128	19.388,900	10.500,000	-4.900,0	-3.027,8
V7	1	1	IBO 2836	22.111,100	14.277,778	-2.177,8	750,0
V8	1	1	IBO 145	23.888,900	13.888,889	-400,0	361,1
V9	1	1	Compuesto 10	25.888,900	16.611,111	1.600,0	3.083,3
V10	1	1	Compuesto 20	29.500,000	14.833,333	5.211,1	1.305,6
				Σ	242.889,000	135.277,779	
				\bar{X}	24.288,900	13.527,778	

En la matriz cuadro n° 4 se observa el rendimiento en peso de la planta sin mazorca en kg/Ha, de las variedades e híbridos que se estudió, donde se obtuvieron los siguientes resultados: variedad Algarrobal 102 un rendimiento de 27777.800 kg/Ha, variedad Algarrobal 108 un rendimiento de 20500.000 kg/Ha, híbrido INIAF H1 un rendimiento de 24888.900 kg/Ha, híbrido INIAF HQ2 un rendimiento de 25555.600 kg/Ha, variedad Tahiguaty un rendimiento de 23388.900 kg/Ha, variedad IBO 128 un rendimiento de 19388.900 kg/Ha, variedad IBO 2836 un rendimiento de 22111.100 kg/Ha, variedad IBO 145 un rendimiento de 23888.900 kg/Ha, variedad Compuesto 10 un rendimiento de 25888.900 kg/Ha, variedad Compuesto 20 un rendimiento de 29500.000 kg/Ha.

También se puede observar el peso de mazorca en kg/Ha, de cada variedad e híbridos donde se obtuvieron los siguientes datos: variedad Algarrobal 102 un peso de 19166.667 kg/Ha, variedad Algarrobal 108 un peso de 10055.556 kg/Ha, híbrido INIAF H1 un peso de 10555.556 kg/Ha, híbrido INIAF HQ2 un peso de 12055.556 kg/Ha, variedad Tahiguaty un peso de 13333.333 wkg/Ha, variedad IBO 128 un peso de 10500.000 kg/Ha, variedad IBO 2836 un peso de 14277.778 kg/Ha, variedad IBO 145 un peso de 13888.889 kg/Ha, variedad Compuesto 10 un peso de 16611.111 kg/Ha, variedad Compuesto 20 un peso de 14833.333 kg/Ha.

Cuadro N° 4 **Calculo de materia seca – maíz en %**

N° de Lab.	Muestra	Variedad	Materia Seca %	S.D. Materia Seca %
M – 1	MAÍZ	ALGARROBAL 102	30,40	-0,3
M – 2	MAÍZ	ALGARROBAL 108	29,28	-1,5
M – 3	MAÍZ	INIAF H1	28,87	-1,9
M – 4	MAÍZ	INIAF HQ2	30,29	-0,4
M – 5	MAÍZ	TAHIGUATY	32,40	1,7
M – 6	MAÍZ	IBO 128	30,07	-0,7
M – 7	MAÍZ	IBO 2836	30,94	0,2
M – 8	MAÍZ	IBO 145	33,65	2,9
			Σ	
			\bar{X}	
			245,90	
			30,74	

En este cuadro n° 4 se muestra los análisis de materia seca en porcentaje que se realizó en laboratorio, por los cuales se obtuvieron los siguientes datos: variedad Algarrobal 102 30.40%; variedad Algarrobal 108 29.28 %; híbrido INIAF H1 28.87 %; híbrido INIAF HQ2 30.29 %; variedad Tahiguaty 32.40 %; variedad IBO 128 30.07 %; variedad IBO 2836 30.94 %; variedad IBO 145 33.65 %.

Cuadro N° 5 Cálculo de materia seca – maíz en kg/Ha.

N° De Lab.	Muestra	Variedad	Materia Seca Kg/Ha	S.D. Materia Seca Kg/Ha
M – 1	MAÍZ	ALGARROBAL 102	8.333,333	-208,3
M – 2	MAÍZ	ALGARROBAL 108	8.055,555	-486,1
M – 3	MAÍZ	INIAF H1	8.055,555	-486,1
M – 4	MAÍZ	INIAF HQ2	8.333,333	-208,3
M – 5	MAÍZ	TAHIGUATY	8.888,889	347,2
M – 6	MAÍZ	IBO 128	8.611,111	69,4
M – 7	MAÍZ	IBO 2836	8.611,111	69,4
M – 8	MAÍZ	IBO 145	9.444,444	902,8
		Σ	68.333,331	
		\bar{X}	8.541,666	

En la matriz o cuadro n° 5 realizando los cálculos correspondientes se puede observar el peso de materia seca en kg/Ha de las variedades e híbridos: variedad Algarrobal 102 8333,333 kg/Ha; variedad Algarrobal 108 8055,555 kg/Ha; híbrido INIAF H1 8055,555 kg/Ha; híbrido INIAF HQ2 8333,333 kg/Ha; variedad Tahiguaty 8888,889 kg/Ha; variedad IBO 128 8611,111 kg/Ha; variedad IBO 2836 8611,111 kg/Ha; variedad IBO 145 9444,444 kg/Ha.

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

Tarija, 25 de Febrero de 2016
Cite: MDRyT/INIAF/TRJ/N° 098/2015

Señores:
Ing. Linder Espinoza
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
Tarija.-

Ref.: **Constancia de realización de Trabajo Dirigido del estudiante Franz E. Romero Robles**

A petición del señor Franz Eriberto Romero Robles emito la presente certificación indicando que dicho estudiante realizo Trabajo Dirigido intitulado "Comportamiento Productivo de 8 variedades y 2 híbridos de maíz para la producción de ensilaje en el centro experimental Chocloca" a la fecha dicho trabajo se encuentra en proceso de redacción de su informe final para ser presentado a las instancias correspondientes.

Es cuanto informo para que convenga a interesado.



Dr. Ph. D. Luis W. Augusto Arce
RESPONSABLE DPTAL
INIAF - TARIJA

Cel Arch
LWAA/ef

CAPÍTULO V

5.- CONCLUSIONES

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

- En conclusión general, se llegó a cumplir con la evaluación del comportamiento productivo de materia verde de las 8 variedades y 2 híbridos, y no así con la realización de la evaluación del comportamiento productivo de materia seca por la supresión de 2 variedades, como estaba planteado al principio del trabajo.
- Mediante la toma de datos en días de floración se llegó a observar que: la variedad Tahiguaty es la más precoz, seguida de la variedad compuesto 20.
- En lo que respecta a altura de planta la variedad Algarrobal 108 es la de mayor tamaño con una altura de 307 cm. en promedio, mientras que el híbrido INIAF H1 es el de menor tamaño con una altura de 265 cm.
- En altura de mazorca se obtuvo que: la variedad Algarrobal 108 es la que cuenta con la mazorca en mayor altura a 179 cm. en promedio, mientras que el híbrido INIAF H1 cuenta con la menor altura a 114 cm.
- En la etapa pos floración la variedad Compuesto 10 y la variedad Compuesto 20 sufrieron acame de raíz con una afectación total, lo que derivó en la supresión de estas 2 variedades para la toma de datos finales, quedando 6 variedades y 2 híbridos en estudio hasta la conclusión del trabajo.

- El desarrollo fisiológico vegetal de las 6 variedades y 2 híbridos con la que se concluyó todo el trabajo fue normal, ninguna presentó alteraciones a lo largo de todo el ciclo.

- En comportamiento productivo de materia verde en kg/Ha: la variedad Algarrobal 102 fue la de mayor rendimiento con un peso total de 46944.444 kg/Ha; y la variedad IBO 128 es la de menor rendimiento con un peso de 29888.889 kg/Ha.

- En lo que respecta a comportamiento productivo de materia seca: la variedad IBO 145 es la de mayor rendimiento con un 33.65 %, tomando en cuenta que para producir un buen ensilaje de calidad, el maíz debe estar entre el 30 al 35 % de materia seca.

6.- RECOMENDACIONES

Una vez concluido el trabajo se recomienda los siguientes aspectos:

- Dar mayor importancia a la producción de ensilaje en la zona, para evitar escasez de alimento para el ganado en época seca.
- Por las condiciones óptimas de suelo y clima en la zona, además de contar con riego se recomienda ampliar la producción de maíz para silaje.
- Se recomienda la variedad IBO 145 para la producción de ensilaje, ya que es la variedad con mayor rendimiento de materia seca, y se encuentra entre el 30 al 35 % de materia seca que es el porcentaje óptimo para realizar un buen ensilaje y de calidad.
- Se recomienda a la variedad Tahiguaty y Compuesto 20, para realizar 2 siembras por año, ya que se observó mediante los días d floración que son variedades precoces.
- Se recomienda realizar un buen aporque al cultivo de maíz para evitar acame de raíz, por la humedad que existe en la zona en época de producción.
- Se recomienda seguir con la introducción de nuevas variedades de maíz para la producción de ensilaje, estudiando su comportamiento productivo y fisiológico.