

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

1.1 HISTORIA Y ORIGEN DEL MAÍZ

Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace entre 7000 y 10000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos.

Pese a la gran diversidad de sus formas al parecer todos los tipos principales de maíz conocidos hoy en día, clasificados como *Zea mays*, eran cultivados ya por las poblaciones autóctonas cuando se descubrió el continente americano. Por otro lado, los indicios recogidos mediante estudios de botánica, genética y citología apuntan a un antecesor común de todos los tipos existentes de maíz. La mayoría de los investigadores creen que este cereal se desarrolló a partir del teosinte, *Euchlaena mexicana* Schrod, cultivo anual que posiblemente sea el más cercano al maíz.

Otros creen, en cambio, que se originó a partir de un maíz silvestre, hoy en día desaparecido. La tesis de la proximidad entre el teosinte y el maíz se basa en que ambos tienen 10 cromosomas y son homólogos o parcialmente homólogos.

Ha habido introgresión (retrocruzamiento reiterado) entre el teosinte y el maíz y sigue habiéndola hoy en día en algunas zonas de México y Guatemala donde el teosinte puede crecer en los cultivos de maíz.

En cualquier caso, la mayoría de las variedades modernas del maíz proceden de material obtenido en el sur de los Estados Unidos, México y América Central y del Sur.

Las varias teorías relacionadas con el centro de origen del maíz se pueden resumir en la siguiente forma. (Mendieta, 2009)

1.1.1 Origen Asiático

El maíz se habría originado en Asia, en la región del Himalaya, producto de un cruzamiento entre *Coix* spp. Y algunas *Andropogoneas*, probablemente especies de *Sorghum*, ambos parentales con cinco pares de cromosomas. Esta teoría no ha tenido un gran apoyo y se reconoce es uno de los cultivos alimenticios que se originaron en el Nuevo Mundo. Sin embargo, la teoría de que el maíz es un anfídiploide está ganando terreno a partir de estudios citológicos y con marcadores moleculares. (Mendieta, 2009)

1.1.2 Origen Mexicano

Muchos investigadores creen que el maíz se habría originado en México donde el maíz y el teosinte han coexistido desde la antigüedad y donde ambas especies presentan una diversidad muy amplia. El hallazgo de polen fósil y de mazorcas de maíz en cuevas en zonas arqueológicas apoya seriamente la posición de que el maíz se había originado en México. (Mendieta, 2009)

1.1.3 Origen Andino

El maíz se habría originado en los altos Andes de Bolivia, Ecuador y Perú. La principal justificación para esta hipótesis fue la presencia de maíz reventón en América del Sur y la amplia diversidad genética presente en los maíces andinos, especialmente en las zonas altas de Perú. Una seria objeción a esta hipótesis es que no se conoce ningún pariente salvaje del maíz, incluyendo teosinte, en esa región. (Mendieta, 2009)

1.2 TAXONOMIA DEL CULTIVO DE MAÍZ

De acuerdo al Herbario Universitario, dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la U.A.J.M.S el maíz presenta la siguiente taxonomía:

CUADRO N°1 TAXONOMIA DEL CULTIVO DE MAÍZ

REINO:	Vegetal
PHYLUM:	Teleomphytae
DIVISIÓN	Tracheophytae
SUB DIVISIÓN	Anthophyta
CLASE	Angiospermae
SUB CLASE	Monocotiledoneae
ORDEN	Poales
FAMILIA	Poaceae
SUB FAMILIA	Panicoideae
TRIBU	Maydeae
NOMBRE CIENTÍFICO	Zea mays L.

Fuente: Herbario Universitario 2013.

1.3 MORFOLOGÍA DEL CULTIVO DE MAÍZ

1.3.1 Raíz

El maíz es una gramínea anual. Las cuatro o cinco raíces que desarrollan inicialmente a partir de la semilla (raíces primarias) solo son funcionales durante los primeros estadios de desarrollo. Estas raíces se van degenerando y son sustituidas por otras secundarias o adventicias, que se producen a partir de los ocho o diez primeros nudos de la base del tallo. (INIA, 2008)

Las raíces seminales se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad a la que ha sido sembrada.

El crecimiento de esas raíces disminuye después que la plúmula emerge por encima de la superficie del suelo y detiene completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula.

Las primeras raíces adventicias inician su desarrollo a partir del primer nudo en el extremo del mesocotilo. Esto ocurre a profundidad uniforme, esto ocurre a profundidad uniforme, sin relación a la profundidad de la colocada la semilla.

Un grupo de raíces adventicias se desarrolla a partir de cada nudo sucesivo hasta llegar entre siete y diez nudos, todos debajo de la superficie del suelo. Estas raíces adventicias se desarrollan en una red de raíces fibrosas. Este sistema de raíces seminales antes puede continuar activo durante la vida de la planta, pero con funciones insignificantes.

El sistema de raíces adventicias es el principal sistema de fijación de la planta y además absorbe agua y nutrimentos. Algunas raíces adventicias o raíces de anclaje emergen a dos o tres nudos por encima de la superficie del suelo; en algunos cultivares de maíz también se pueden desarrollar en un número mayor de nudos. (Mendieta, 2009)

1.3.2 Tallo

puede tener varios o ningún brote, pero la producción de mazorcas tiene lugar sobre todo en el tallo principal leñoso y cilíndrico, longitudinalmente compuesto de nudos y entrenudos, los cuales varían de 8-25 con un promedio de 14 , exponiendo una hoja en cada nudo y una yema en la base de cada entrenudo. (Valladares, 2010)

1.3.3 Hoja

Las hojas son largas y anchas y los bordes generalmente lisos. Es una vaina foliar (lígula) pronunciada, cilíndrica en su parte inferior y que sirve de cubierta de los entrenudos del tallo, abrazándolo (aurículas), pero con los extremos desnudos. Su

color usual es verde, pero se pueden hallar rayadas en blanco y verde o verde y púrpura, presentándose en igual cantidad que los entrenudos. (Valladares, 2010)

1.3.4 Inflorescencias

El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen.

En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral. (INIA, 2008)

1.3.5 Fruto

El fruto son granos o cariósides que se encuentran a razón de 600-1000 por mazorca, dispuestos en hileras en el olote, con un promedio de 14 y pueden ser dentados o semi dentados, también cristalinos u opacos, dependiendo de la variedad; en cuanto a su color, destacan los maíces blancos y los amarillos (mayor contenido de caroteno), los cuales son preferidos por la agroindustria. (Valladares, 2010)

1.4 FISIOLÓGÍA DEL MAÍZ

El maíz presenta características fisiológicas extremadamente favorables en lo que se refiere a la eficiencia de conversión de CO₂ de la atmósfera, en compuestos orgánicos como los carbohidratos. Este proceso, que se realiza a través de la fotosíntesis, se refiere a la bioconversión de la energía solar en biomasa. En maíz, la gran eficiencia de transformación de la energía luminosa en energía química, se debe al proceso fotosintético llamado "C4", en el cual, el CO₂ es fijado en compuestos de cuatro

carbonos. Estos carbohidratos son continuamente almacenados en las células de la vaina vascular de las hojas y posteriormente redistribuidos.

Además de las diferencias anatómicas y bioquímicas que existen entre las plantas que presentan fotosíntesis "C3" y "C4", existen también modificaciones fisiológicas, principalmente la que se refiere al proceso de fotorespiración. Las plantas de fotosíntesis "C3" pierden del 20 al 50% del carbono fijado debido a la fotorespiración, en tanto que las de fotosíntesis "C4" no muestran liberación medible de CO₂ en condiciones de luz. Como consecuencia de la economía del carbono asociada al proceso de fotorespiración, la fotosíntesis de las plantas "C4" como el maíz, es de entre 50-70 miligramos de CO₂ por decímetro cuadrado de hoja mientras que las "C3" fijan CO₂ a tasas menores, entre 15-35 mg CO₂/dm²h. (Fassio, 2009)

1.5 FENOLOGÍA DEL MAÍZ

En el ciclo vegetativo del maíz pueden destacarse cinco fases:

- a) Germinación o Nacencia, cuya duración aproximada es de seis a ocho días.
- b) Crecimiento: en esta fase de crecimiento es cuando más se notan las diferencias varietales, prolongándose este período en los ciclos largos más que en otra etapa de la vida de la planta.
- c) Floración: se considera como floración al momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de cinco a ocho días.
- d) Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación.
- e) Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener el 35 % de humedad. (INIA, 2008)

1.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO DEL MAÍZ

Existe un número considerable de datos sobre la composición química del maíz y múltiples estudios han sido llevados a cabo para tratar de comprender y evaluar las repercusiones de la estructura genética del número relativamente elevado de variedades de maíz existentes en su composición química, así como la influencia de los factores ambientales y las prácticas agronómicas en los elementos constitutivos químicos y en el valor nutritivo del grano y sus partes anatómicas. La composición química tras la elaboración para el consumo es un aspecto importante del valor nutritivo y en ella influyen la estructura física del grano, factores genéticos y ambientales, la elaboración y otros eslabones de la cadena alimenticia. (<http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395s03.htm>)

1.6.1 Composición química de las partes del grano

Como se muestra en el Cuadro 5, las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87 por ciento, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67 por ciento), celulosa (23 por ciento) y lignina (0,1 por ciento). El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87 por ciento), aproximadamente 8 por ciento de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo.

**CUADRO N°2 COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE LAS PARTES
PRINCIPALES DE LOS GRANOS DE MAÍZ (%)**

COMPONENTE QUÍMICO	PERICARPIO	ENDOSPERMO	GERMEN
PROTEÍNAS	3,7	8,0	18,4
EXTRACTO ETÉREO	1,0	0,8	33,2
FIBRA CRUDA	86,7	2,7	8,8
CENIZAS	0,8	0,3	10,5
ALMIDÓN	7,3	87,6	8,3
AZÚCAR	0,34	0,62	10,8

Fuente: Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395s03.htm>

1.6.2 Valor nutritivo del maíz

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas. Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de éstas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina. Un hecho mucho menos conocido es que algunos cereales contienen un exceso de ciertos aminoácidos esenciales que influye en la eficiencia de la asimilación de las proteínas. Ejemplo clásico de ello es el maíz, pues otros cereales presentan limitaciones iguales, pero menos evidentes. (<http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395s03.htm>)

1.7 CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMATICAS PARA EL CULTIVO DE MAÍZ

1.7.1 Temperatura

Para la siembra del maíz es necesaria una temperatura media del suelo de 10 °C, y que ella vaya en aumento. Para que la floración se desarrolle normalmente conviene

que la temperatura sea de 18 °C como mínimo. Por otra parte, el hecho de que deba madurar antes de los fríos hace que tenga que recibir bastante calor. De todo esto se deduce que es planta de países cálidos, con temperatura relativamente elevada durante toda su vegetación.

La temperatura más favorable para la nascencia se encuentra próxima a los 15 °C.

En la fase de crecimiento, la temperatura ideal se encuentra comprendida entre 24 y 30 °C. Por encima de los 30 °C se encuentran problemas en la actividad celular, disminuyendo la capacidad de absorción de agua por las raíces.

Las noches cálidas no son beneficiosas para el maíz, pues es la respiración muy activa y la planta utiliza importantes reservas de energía a costa de la fotosíntesis realizada durante el día.

Si las temperaturas son excesivas durante la emisión de polen y el alargamiento de los estilos puede producirse problemas.

Si sobrevienen heladas antes de la maduración sin que haya producido todavía la total transformación de los azúcares del grano en almidón, se interrumpe el proceso de forma irreversible, quedando el grano blando y con un secado mucho más difícil, ya que, cuando cesa la helada, los últimos procesos vitales de la planta se centran en un transporte de humedad al grano. (<http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp#EXIGENCIAS%20DEL%20CULTIVO>)

1.7.2 Necesidades de humedad del cultivo de maíz

El maíz es una planta con unas necesidades hídricas importantes durante todo su periodo vegetativo, unos 250 litros por cada Kg de materia seca producida, pero hay determinados momentos en los que la falta de humedad condiciona enormemente la producción.

En lo siguiente se detalla las exigencias hídricas en las diferentes fases del cultivo:

Desde la nacencia al estado de 5 ó 6 hojas: la planta se instala en el terreno de cultivo y comienza a desarrollar sus raíces. La parte aérea es aún muy frágil; las necesidades de agua son bastante bajas.

Desde el estado de 5 ó 6 hojas al estado de 8 ó 10 hojas: la consistencia de la parte aérea aumenta, se alargan los nudos y entrenudos y las necesidades de agua aumentan progresivamente.

Del estado de 8 ó 10 hojas hasta la floración: en este periodo el ápice vegetativo sufre grandes transformaciones que van a afectar al rendimiento. En dos o tres días el ápice se transforma y algún tiempo después se forma el penacho, en ese momento el crecimiento radicular y aéreo es muy rápido. La mazorca se forma 8 ó 10 días después del penacho. En la inflorescencia masculina se forma el polen y en la femenina los óvulos que una vez fecundados darán lugar al cariósido, por ello es este uno de los periodos más críticos del ciclo del maíz; si falta agua en los días anteriores a la salida del penacho, el rendimiento se ve muy afectado.

Desde la emisión del polen a la fecundación: La fecundación comienza unos días después de la aparición del penacho y dura una semana. Para que haya una buena fecundación es necesario que las sedas tengan suficiente humedad y una temperatura no muy elevada, con lo que si falta agua en la floración y en los 10 días siguientes la producción se resentirá.

Desde la fecundación a la recolección: se distinguen aquí dos subfases, en la primera el grano se llena de agua y sustancias de reserva y a continuación viene la desecación. Si en la primera de esta falta el agua la producción baja considerablemente. (Alonso, 2008)

1.7.3 Suelo

El maíz es muy exigente en cuanto la fertilidad física del suelo. Esto que a menudo se olvida, puede ser en muchos casos el principal factor limitante de la producción. También son importantes varios aspectos relacionados con el clima.

Entre las características físicas del suelo, las más importantes, desde el punto de vista del maíz, son: Capacidad de retención de agua, Aireación y Temperatura.

La capacidad de almacenamiento de agua del suelo es fundamental para asegurar un suministro continuo entre riegos. El maíz es particularmente sensible a la falta de agua en el entorno de la floración, desde 20-30 días antes hasta 10-15 días después. En suelos con escasa profundidad, o pedregosos, la capacidad de almacenamiento se ve limitada y, cuando es posible, debe suplirse con mayor frecuencia de riegos. Lo ideal es mantener una alta disponibilidad de agua en el suelo, en términos de potencial de agua del suelo (no debe superarse 1,5 atmósferas en el periodo de la floración y algo más en el resto del ciclo). Si el potencial hídrico es mayor (en términos absolutos) comienza a mermar la producción.

En relación con la disponibilidad de agua, el maíz es muy sensible a la salinidad del suelo. Una concentración salina, expresada como conductividad eléctrica en extracto de pasta saturada, superior a 1,7 dS/m a 20 °C comienza a afectar al cultivo, y con 3,8 dS/m la producción desciende un 25%.

El maíz es muy sensible a la asfixia radicular. No soporta los suelos apelmazados o con mal drenaje. Necesita un mínimo del 10% del volumen de suelo ocupado por aire. Tanto la aireación del suelo como la circulación de agua están estrechamente ligadas a la estructura del suelo, que favorece la formación y mantenimiento de la porosidad. Es esencial proteger la estructura frente a agresiones como el tránsito de maquinaria pesada en malas condiciones de humedad, el laboreo intenso o la elevada energía del agua aportada en riegos por aspersión.

Respecto a la temperatura, el maíz se muestra especialmente sensible durante la germinación, nacencia e inicio de la vegetación. Requiere un mínimo de 12° C de temperatura del suelo para la germinación. Algunos síntomas de carencia en el inicio del cultivo están originados por bajas temperaturas que impiden el desarrollo radicular. La temperatura del suelo puede, hasta cierto punto, modificarse mediante el manejo de los restos orgánicos en superficie y del riego. (<http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/maiz/264-maiz-clima-y-suelo-para-su-cultivo>)

1.7.4 PH en el suelo

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular. (<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>)

1.8 MANEJO DEL CULTIVO DE MAÍZ

1.8.1 Elección del terreno para la siembra

Para obtener una buena cosecha se deben elegir lugares planos o ligeramente inclinados, para facilitar las labores de cultivo, ayudar en la retención del agua de lluvia, evitar arrastre de las capas del suelo por fuertes lluvias y agilizar la cosecha con maquinaria. Hay que descartar los suelos inundadizos o muy arenosos, pues el maíz no soporta el encharcamiento y tampoco la rápida desecación de los suelos con buen drenaje.

El maíz necesita suelos fértiles, es decir con un contenido de materia orgánica a 2% (por ciento) y fósforo mayor a 6 ppm (partes por millón), libre de sales y sin saturación de aluminio hasta una profundidad de 50 cm. Puede ser de texturas arcillosas o medianamente arcillosas, aunque también se puede cultivar en suelos ligeramente arenosos, con la condición de que estos sean ricos en materia orgánica, o

sea, suelos abonados o desmontes nuevos, donde la lluvia es mayor a 1200 mm al año El ph optimo esta entre 6 a 7. (CIAT, 2009)

1.8.2 preparación del terreno

Las diferentes formas de preparar el terreno son: manual, utilizando animales, con tractor y siembra directa donde no hay necesidad de remover el suelo.

Cada método debe adecuarse a la situación de los productores, por ejemplo en terrenos pequeños, la tierra de cultivo se prepara en forma manual o con animales. En terrenos con superficies más grandes, se utilizan tractores (sistema convencional) o se desecan las malezas con herbicidas para efectuar siembras directas.

En áreas mecanizadas bajo el sistema convencional, la preparación del terreno se realiza con implementos de disco, el Rome plow (rastra pesada) y rastra liviana. En suelos ligeramente pesados, después de la rastra pesada, se realiza inmediatamente la primera rastreada, para desmenuzar los terrones. En este sistema se recomienda efectuar las labores de preparado con cierta anticipación a la siembra, con el objetivo de captar mejor el agua de lluvia, romper el ciclo biológico de insectos perjudiciales que habitan en el suelo y permitir la descomposición de malezas y rastrojo, la incorporar y remover el suelo. Si el suelo tiene malezas desarrolladas al momento de la siembra, se realiza otra pasada de Rome plow o rastra. (CIAT, 2009)

1.8.3 Sistema de siembra

La siembra de maíz se realiza básicamente bajo dos sistemas: manual y mecanizado.

En terrenos pequeños, la siembra se hace efectuando pequeños hoyos con punzones o herramientas de labranza, o utilizando sembradoras manuales (matracas), que facilitan el trabajo.

En zonas donde se dispone de maquinaria agrícola, se utiliza sembradoras mecánicas, con las que se puede sembrar por lo menos una hectárea en 45 minutos de trabajo.

En las siembras mecanizadas, en terrenos muy trabajados y pobres en materia orgánica, se debe dejar de sembrar cuando hay amenaza de lluvia. De acuerdo a experiencias de campo, en este tipo de suelos, deben transcurrir 3 o 4 días sin lluvia después de realizada la siembra, para asegurar una buena emergencia de plantas y no tener que sembrar de nuevo por el encostramiento del suelo. (CIAT, 2009)

A continuación en el siguiente cuadro se menciona las ventajas y desventajas del sistema de cultivo manual y mecanizado.

**CUADRO N°3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE CULTIVO
MANUAL Y MECANIZADO**

SISTEMAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
MANUAL	Donde existen pequeñas superficies de cultivo, animales y suficiente mano de obra, los trabajos pueden efectuarse de manera eficiente.	Las labores de producción de maíz empleando tracción animal o manual son lentas y bastante laboriosas.
MECANIZADO	Los trabajos se efectúan en terrenos bastante grandes, con mayor rapidez y eficiencia.	El pequeño productor, no siempre puede disponer de un tractor, por su alto costo o por la ausencia de estos en la zona.

Fuente: CIAT 2009.

1.8.4 Densidad de siembra

La densidad de siembra es la cantidad de plantas contenidas en una hectárea de terreno. El número de plantas en un determinado cultivo, está determinado por la separación entre surcos y el espaciamiento entre plantas. A continuación se presenta un cuadro, para siembra mecanizada, con las densidades de siembra recomendadas:

**CUADRO N°4 DENSIDADES Y POBLACIÓN DE PLANTAS POR
HECTÁREA, RECOMENDADAS PARA HÍBRIDOS Y VARIEDADES DE
MAÍZ**

DISTANCIA ENTRE SURCOS (m)	No. DE SEMILLAS EN 10 m. LINEALES	POBLACIÓN PLANTAS/HECTÁREA
0.75	38	50.000*
0.80	40	50.000*
0.90	45	50.000*
0.75	42	55.000*
0.80	44	55.000*
0.90	49	55.000*
0.75	45	55.000*
0.80	48	55.000*
0.90	54	60.000*

Fuente: Mendieta 2009.

La densidad de siembra no son las mismas para todas las variedades de maíz. Antes de decidir qué población de plantas se desea por hectárea, es necesario considerar la fertilidad del suelo, la distribución de las lluvias y el ciclo vegetativo de la variedad o híbrido que se ha de sembrar.

Para variedades se utiliza poblaciones de 50.000 a 55.000 plantas por hectárea y para híbridos la densidad van desde 55.000 a 60.000 plantas por hectárea; las densidades más altas, se siembran en terrenos fértiles con superficie húmeda y donde se utiliza tecnología para cultivar,

Cuando se utilizan sembradoras manuales, la distancia de siembra es de 75 a 80 cm (centímetros) entre surcos y 50 cm entre plantas (golpes), depositando 2 o máximo 3 semillas por cada golpe de siembra. Si existiera más de 3 plantas en cada hueco, es necesario ralea el exceso de plantas cuando estas aún son pequeñas.

Se requiere de 18 a 20 Kilogramos de semilla de buena calidad (certificada) para la siembra de una hectárea cantidad que varía de acuerdo al peso y tamaño del grano), además de una buena calibración de las sembradoras.

En suelos arenosos ligeramente secos se puede sembrar hasta una profundidad de 8 cm y en suelos arcillosos de 3 a 6 cm. Se debe asegurar un buen contacto de la semilla con el suelo, para obtener una buena germinación y emergencia de plantas en el campo. (Mendieta, 2009)

1.8.5. Riego

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión.

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

En el siguiente recuadro se presentan las dosis de riego más convenientes para el cultivo del maíz (en riego localizado).

(<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>)

CUADRO N°5 DOSIS DE RIEGO CONVENIENTES PARA EL CULTIVO DE MAÍZ

SEMANA	ESTADO	N° RIEGOS	m ³
1	Siembra	3	42
2	Nascencia	3	42
3	Desarrollo primario	3	52
4		3	88
5	Crecimiento	3	120
6		3	150
7		3	165
8	Floración	3	185
9	Polinización	3	190
10		3	230
11	Fecundación	3	200
12	Fecundacion del grano	3	192
13		3	192
14		3	192
15		3	190

Fuente: Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

1.8.6 Fertilización

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales.

Las carencias en la plantas se manifiestan cuando algún nutriente mineral esta en defecto o exceso. (García, 2010)

1.8.6.1 Requerimientos nutricionales del cultivo de maíz

En el siguiente cuadro se muestra el requerimiento (cantidad total de nutriente absorbida por el cultivo) y la extracción en grano de los nutrientes esenciales para producir una tonelada de grano de maíz. Debe tenerse en cuenta que esta información resulta de numerosas referencias nacionales e internacionales y que existe una marcada variabilidad según ambiente y manejo del cultivo. Un cultivo de maíz de 12000 kg/ha de rendimiento necesita absorber aproximadamente 264, 48 y 48 kg/ha de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S), respectivamente. (García, 2010)

**CUADRO N°6 CANTIDAD REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL
CULTIVO DE MAIZ**

NUTRIENTES	REQUERIMIENTOS KG/TON	ÍNDICE DE COSECHA	EXTRACCIÓN KG/TON
NITRÓGENO	22	0.66	14.5
FOSFORO	4	0.75	3.0
POTASIO	19	0.21	4.0
CALCIO	5	0.07	0.2
MAGNESIO	3	0.28	0.8
AZUFRE	4	0.45	1.8
	g/ton		g/ton
BORO	20	0.25	5
COLORO	444	0.06	27
COBRE	13	0.29	4
HIERRO	125	0.36	45
MANGANESO	189	0.17	32
MOLIBDENO	1	0.63	1
ZINC	53	0.50	27

Fuente: García 2010.

1.8.6.2 Fertilizantes y abonos orgánicos

El mantenimiento de la capacidad productiva del suelo requiere integrar prácticas de nutrición vegetal y de mejoramiento del suelo que permitan un manejo adecuado de los nutrientes para evitar su carencia o pérdidas por lixiviación, y de la materia orgánica para potenciar la biodiversidad edáfica y optimar las variables edáficas ligadas a su conservación. Para este fin se requiere aplicar prácticas agroecológicas, así como generar información de la evolución de las características del suelo en diferentes condiciones de manejo.

Los abonos orgánicos aportan materia orgánica, nutrientes y microorganismos, lo cual favorece la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas, sin embargo, su capacidad como fuente de nutrientes es baja, respecto a los fertilizantes. El contenido de N de las compostas es 1-3 % y la tasa de mineralización del nitrógeno es cercana al 10 %, por lo cual sólo una fracción del N y otros nutrientes está disponible el primer año después de su aplicación.

Para satisfacer las necesidades nutricionales de cultivos como el maíz, se requieren altas cantidades de abonos lo que implica una elevada disponibilidad de residuos orgánicos para su elaboración y condiciones adecuadas para su almacenaje y aplicación. Un enfoque alternativo es usar bajas cantidades de abonos orgánicos y complementar con fertilizantes inorgánicos.

La mineralización de la materia orgánica implica procesos metabólicos catalizados por enzimas.

La actividad enzimática es un indicador de cambios tempranos en la calidad del suelo por sus relaciones con la microflora y la facilidad de su medición y su rápida respuesta a las prácticas de manejo agrícola.

La ureasa y las fosfatasas han recibido más atención por sus implicaciones en los ciclos biogeoquímicos y de nutrición. La ureasa cataliza la reacción de hidrólisis de los enlaces C-N de algunas amidas y de la urea en amonio y dióxido de carbono. Las

fosfatasa catalizan la reacción de hidrólisis de los enlaces ésteres y anhídridos de fosfato. Estas enzimas tienen

Una función fundamental en el ciclo del P al liberar el ión ortofosfato de compuestos orgánicos e inorgánicos, el cual queda disponible para las plantas.

La micorriza arbuscular es un tipo de simbiosis mutualista que mejora la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes, debido a su mayor accesibilidad a recursos distantes del sistema radical. El maíz es una planta micotrófica facultativa que responde a la presencia de hongos micorrízicos nativos en suelos con bajo o moderado nivel de fertilidad. La fertilización fosfatada disminuye la colonización y los beneficios que podría proveer al cultivo; por el contrario, los abonos orgánicos tienden a aumentar el potencial de inóculo micorrízico del suelo, la colonización y la absorción de nutrientes. La aplicación de materia orgánica también aumenta la actividad de las fosfatasa al estimular de la biomasa microbiana y la secreción de las raíces.

La fosfatasa ácida es influenciada por la fisiología de la planta y el suministro de P inorgánico: su actividad disminuye con la edad y aumenta cuando hay deficiencia de P por el contrario, la actividad de ureasa muestra una respuesta variable a la aplicación de abonos orgánicos y hay una mayor actividad ureasa en suelos con composta que sin ella indican que no hay efecto de la composta en la ureasa, y señalan su inhibición debido a la continua aplicación de compostas elaboradas con desechos. Además se ha observado una inhibición de la actividad ureasa en respuesta a una fertilización nitrogenada.

Así, con un manejo integrado de abonos orgánicos y fertilizantes inorgánicos, la actividad de estas enzimas y la colonización micorrízica podría ser reprimida por la presencia de N y P inorgánicos. (Álvarez, 2007)

1.8.7 Malezas y su control

Es importante que el campo sembrado con maíz esté libre de malezas, principalmente los primeros 40 días después de la siembra. Si las malezas germinan junto con el maíz, la inmediata competencia por espacio, luz humedad y nutrientes, perjudican el desarrollo de las plantas y el rendimiento del cultivo.

Las malezas se pueden controlar con carpidas manuales, con cultivadores a tracción animal o mecánica y haciendo uso de herbicidas. Cada método de control de malezas, debe adecuarse a las condiciones propias de cada agricultor.

En parcelas pequeñas los mejores métodos, son las carpidas o cultivadas con animales. En terrenos más grandes se utilizan un herbicida preemergente, para mantener limpio el cultivo las primeras semanas y en caso de aparecer malezas posteriormente, se efectúa una cultivada o aporque. Con esta labor el cultivo queda libre de malezas y facilita posteriormente las labores de cosecha.

En el sistema de corte y quema, se debe rozar y tumbar los arboles con cierta anticipación, para asegurar el buen sacado de las malezas. Es importante esperar las dos primeras lluvias de inicios forestales. Si se quema bien el chaco no habrá presencia de malezas, caso contrario se tendrá que realizar una carpida manual.

En terrenos nuevos recién habilitados a partir del segundo año de cultivo, se debe comenzar con un plan de rotación de cultivos, para mantener las poblaciones de malezas por debajo de niveles críticos. Ejemplo: cumandas, jocos, crotalarias, etc.

La siembra continuada de maíz en un mismo terreno, tiene como consecuencia el incremento de malezas de difícil control, como el maicillo, coquito y otros de hoja angosta, alcanzando niveles que afectan el desarrollo de las plantas, dificultan la cosecha mecánica con la consecuente inhabilitación del terreno para el cultivo de maíz.

Una alternativa para el control de malezas en grandes superficies de cultivo, son los herbicidas. En el siguiente cuadro, se presenta los herbicidas más utilizados en las zonas maiceras de Santa Cruz y el Chaco de Tarija. (CIAT, 2009)

CUADRO N°7 HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS

HERBICIDAS	DOSIS A L/HA	MAICILLO	ROGELIA	CHIORI	CAMOTILLO	BALSAMINA	SANANA
Acetachlor (84%)	2 a 3	S	T	S	T	T	T
Atrazina (varios 50%)	2 a 4	T	T	S	MS	CP	S
Atrazina+Acetachlor	2 + 2	S	T	S	MS	CP	S
Atrazina+Simazina (Triamex- 50)	3 a 4	T	T	S	MS	CP	S
Atrazina+Terbutrin (Aterbutox-50)	4	S	MS	S	CP	CP	S
Atrazina+Nicosulfuron (Varios+Sanson)	1,5 + 1	S	S	S	MS	CP	S
Atrazina+Pendimetalina (Varios+Herbadox)	1,5 + 3	MS	MS	S	MS	CP	S
2,4 D	0,3 a 0,7	T	T	S	S	CP	S
2,4D+Picloran (Tordon 101)	0,3 a 0,5	T	T	S	S	S	S
Isoxaflutole (Provence 750 WG)	80g/ha	S	S	T	T	T	T

S= Susceptible, control mayor al 90%

MS= Moderadamente susceptible, control entre el 80% al 90%

CP= Control parcial, entre 50 y 80% de control

T= Tolerante, control inferior al 50%

Fuente: CIAT 2009.

1.8.8 Cosecha

Se realiza tan pronto como los granos de maíz alcanzan la madurez fisiológica, la cual puede ser reconocida por la presencia de una capa negra en el punto de inserción de la semilla en el olote.

Es en este momento que la calidad del grano esta en su punto máximo y de aquí en adelante tiende a disminuir a una tasa que depende de la forma en que es manejado.

Sin embargo, el cultivo raramente es cosechado en el momento de la madurez fisiológica porque en este momento los granos tienen un contenido muy alto de humedad (30-35%) y seria antieconómico reducir artificialmente el contenido de humedad a niveles aceptables de 10-12% para su buen almacenamiento.

Por tanto la cosecha normalmente se demora hasta que la humedad del grano ha llegado a 20-25%. Si las mazorcas son desgranadas directamente en el campo, la humedad debería estar por debajo de 20% para evitar daños.

Cuando más tiempo se demora la cosecha más humedad perderán los granos; esto puede ahorrar algo de lo que se debe gastar para sacar las semillas a un nivel de seguridad.

Sin embargo, cuando más tiempo transcurre el maíz en el campo, mayores posibilidades tendrá de sufrir ataques de insectos de los granos almacenados, daños de pájaros, pudrición de las mazorcas y posiblemente vuelco a causa de la pudrición del tallo.

Todo esto lleva sin duda a pérdidas de rendimiento y a una menor calidad del grano. Por lo tanto, la cosecha se debe llevar a cabo tan pronto como la humedad del grano este comprendida entre 18 a 25%.

Lamentablemente, en muchos casos, los agricultores demoran la cosecha, utilizando así el campo como lugar de almacenamiento de la misma. (Mendieta, 2009)

1.8.8.1 Cosecha manual

Antes de empezar esta, se deja el maíz en el campo adherido a las plantas por un tiempo variable, que depende de diversos factores, para que el grano se saque gradualmente. Entre las prácticas más usadas se podrían mencionar las siguientes:

- Dejar las plantas enteras en pie tal como se desarrollaron.
- Cortar la parte superior de las plantas (espiga o flor masculina), para permitir una mayor exposición de las mazorcas al sol.
- Doblado o quebrado: Consiste en doblar la parte superior de la planta o solamente la mazorca, para que la punta quede hacia abajo, esto es, para evitar que el agua de lluvia penetre al interior de la mazorca y disminuir el daño de los pájaros.

Si después de la madurez fisiológica las condiciones son desfavorables como: lluvias frecuentes, incidencia de insectos, roedores y otras plagas, y si además se están cultivando variedades susceptibles a estos factores, las pérdidas pueden ser considerables. (Mendieta, 2009)

1.8.8.2 Cosecha mecanizada

Cuando se tiene grandes extensiones de sembradío lo más usual es recolectarlo con una cosechadora combinada de gran capacidad que puede segar 1,3 o 6 surcos a la vez. Estas máquinas cortan, recogen, trillan y limpian el grano en una sola pasada.

Cambiándole el cabezal, puede servir para recolectar varios cereales (maíz, maíz-milo, trigo, etc.). La cosechadora de maíz está equipada con una plataforma especial, la cual tiene cadenas arrancadoras de mazorca.

La trilla (desprendimiento de los granos de sus espigas, vainas u olotes), se efectúa por impacto y fricción; el impacto depende de la velocidad periférica del cilindro, y la fricción de la luz entre el cilindro y el cóncavo (entre menor sea la luz, mayor será la fricción). Estos valores a su vez, están relacionados con el tipo de grano a cosechar, como se ve en el siguiente cuadro. (Gonzales, 1995)

**CUADRO N°8 AJUSTES DE LAS TRILLADORAS DE ACUERDO
CON EL CEREAL A COSECHAR**

CEREAL	RPM DEL CILINDRO		LUZ ENTRE EL CILINDRO Y EL CONCAVO (mm)	
	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO
Maíz	400	900	37	25
Maíz – Milo	750	850	12	6
Arroz	700	1050	12	2
Trigo	750	1200	12	3

Fuente: Gonzales 1995

1.8.8.3 Diferencias entre cosecha mecanizada y manual

El rendimiento del maíz y en general para todos los cultivos, no puede ser alterado una vez que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica, es decir, cuando el grano llega a su máximo contenido de materia seca. Sin embargo, para mantener la producción hasta su comercialización es necesario sacarla del campo oportunamente. No hacerlo, significa un deterioro en la cantidad y calidad del grano, lo que se traduce en menores utilidades para el agricultor.

El grano llega a su madurez fisiológica cuando su contenido de humedad es alrededor del 37-38 por ciento. La cosecha mecanizada se puede comenzar cuando el grano tiene aproximadamente un 28% de humedad, no siendo recomendable que descienda a menos del 15%. Arriba o abajo de estos límites, los granos se aplastan, se parten o pulverizan.

Cuando la cosecha se realiza en forma manual estos límites no son tan importantes y más bien dependen de las condiciones climáticas, mano de obra disponible y hábitos tradicionales.

En general, en superficies hasta 12 hectáreas aproximadamente, la cosecha manual es practicable y no presenta mayores problemas si se realiza oportunamente y las condiciones climáticas son favorables.

En general las formas más comunes de cosecha son: manual, semimecanizada y mecanizada. (<http://www.fao.org/docrep/x5051s/x5051s03.htm>)

1.8.8.4 Ventajas y desventajas en la cosecha manual y mecanizada

La cosecha mecanizada nos permite trabajar en superficies mucho más grandes con menor tiempo y menores gastos de operación, por otra parte también se tiene que considerar la humedad del grano ya que es uno de los factores más importantes que puede influir en las pérdidas por cosecha mecanizada, que se da a partir de un alto o bajo nivel de humedad del grano, la cosecha manual nos permite trabajar en superficies menores a 12 hectáreas, donde debemos considerar como factor principal la disponibilidad de mano de obra suficiente para poder realizar la cosecha, esto implica mayores gastos y tiempo de operación, pero también se toma en cuenta que la eficiencia de cosecha es mayor que la cosecha mecanizada, por la forma en la que se realiza la misma. (Mendieta, 2009)

1.8.8.5 Tipo de cosechadoras de maíz

Arrancadoras, las primeras cosechadoras que se diseñaron que, simplemente recolectan o arrancan la mazorca. Son máquinas ligeras, económicas, que permiten recoger el grano con un porcentaje alto de humedad (45%).

Arrancadoras-deshojadoras, en este tipo aparece una nueva funcionalidad, la cosechadora limpia la mazorca quitándole las hojas. Es el tipo de cosechadora con menor porcentaje de pérdidas, pero la recolección de granos con más del 30% de humedad se complica.

Cosechadora combinada de maíz, realizan las dos funciones anteriores y además desgranar la mazorca. Permite por lo tanto la total mecanización de la recolección. Las pérdidas son ligeramente superiores al tipo anterior.

Componentes básicos

. Cabezales recolectores de las mazorcas de maíz, varían en el tamaño desde cabezales para 2 hileras hasta los cabezales para 12 hileras. El sistema arrancador consiste en dos rodillos que giran en sentido opuesto. Los tallos son dirigidos hacia los rodillos gracias a cadenas con patillas, denominadas cadenas alimentadoras. El sistema deshojador consiste en una superficie compuesta por 2 o tres parejas de rodillos por hilera, sus acanaladuras al girar, arrancan las hojas

. Elevador de mazorcas

. Desgranador, cilindro con barras helicoidales provistas de aristas y otro cilindro cóncavo constituido por una chapa perforada. La separación entre ambos cilindros debe ser 25-30 mm en la parte anterior y en el posterior entorno a los 20 mm.

. Limpiador

. Tolva de almacenamiento

(http://www.agronotas.es/A55CA3%5CAgronotas.nsf/v_postid/31EDCABF08299CC6C125759C005FF96E)

1.8.9 Labores de acondicionamiento poscosecha del maíz

Según la FAO, las operaciones de trillas o desgrane consisten en separar el grano de la parte de la planta que los sustenta, se realizan después de la recolección, generalmente en el área de producción a mano, con ayuda de animales o por medio de sistemas mecánicos.

Al realizar la operación de desgrane se deben considerar ciertos factores, que de no ser manejados en forma correcta pueden generar fallas en el proceso o causar daños

irreversibles en el grano, factores como: alto contenido de humedad del grano, baja velocidad de giro del tambor de trilla y exceso de luz entre el tambor y los cóncavos podrían originar roturas en la mazorca con su consecuente adición de la masa del grano, permanencia del grano adherido a los elotes y rotura del grano al no separarse por completo de la mazorca; mientras que contenidos de humedad muy bajos, alta velocidad de giro del tambor de trilla y poca luz entre el tambor y los cóncavos propician el desarrollo de gran cantidad de granos partidos, cristalizados e impurezas.

Otros factores que suelen influenciar en el grado de resquebrajamiento y formación de grietas en los granos de cereales son la variedad, prácticas culturales, condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo, grado de madurez para la cosecha y equipos usados en la misma.

Pre- limpieza de los granos.

Según la FAO, tiene como función separar el grano en dos o más fracciones de acuerdo al tamaño, eliminando de la masa del grano cualquier material contaminante o extraño enseguida de su recepción, o mejor, antes de su secado.

La operación puede llevarse a cabo con máquinas especiales, llamadas justamente “prelimpiadoras” de las que existen varios modelos. Las más usadas son del tipo de aspiración o neumáticas, pues se procura en ese momento que se eliminen los materiales livianos (hojas, cáscaras, basura, etc.), ya que estos cuerpos son los que afectan más el proceso de secado, también son recomendadas las limpiadoras con zarandas y aspiración. Además se emplean las máquinas provistas de cernidores rotativos de grillas pero debe ser objeto de mayor atención pues son propensas a quedar bloqueadas por los residuos.

Las dificultades que se producen en la fase de limpieza del grano, durante el manejo y la deposición de las impurezas, son atribuibles al uso de cedazos inadecuados en las unidades de limpieza y de manejo de los mecanismos de movilización en relación al

gran volumen específico de la masa contaminante; es por ello que las unidades limpiadoras deben ser complementadas con un equipo ciclónico.

(<http://poscosechadelmaiz.blogspot.com/>)

1.8.10 Almacenamiento

En el almacenamiento del grano de maíz se debe considerar el ataque de enfermedades y plagas.

Las enfermedades en el grano almacenado, se presentan cuando este se ha cosechado con mucha humedad. Esta situación provoca el calentamiento del grano, manchado del embrión, enmohecimiento y producción de toxinas.

Las medidas de control son: secar el grano antes de almacenar (humedad debajo del 13%), prevenir el daño mecánico durante la cosecha y el transporte, limpiar adecuadamente los silos y las instalaciones de almacenamiento, antes de recibir granos nuevos y comprobar que los sitios donde se almacena el maíz sean frescos y secos.

En los granos almacenados, las plagas más frecuentes son: gorgojos y polillas.

Para su control se recomienda almacenar el grano seco y limpio en turriles metálicos, con capacidad de 20 a 40 qq de grano; para pequeñas cantidades de grano de maíz se puede utilizar productos propios de cada zona, por ejemplo cenizas, hojas de molle, eucaliptos y paraíso, que tiene efectos insecticidas. (SIBTA, 2006)

1.9 PLAGAS INSECTILES Y SU CONTROL EN EL CULTIVO DEL MAÍZ

La plaga más importante que causa daños a la planta de maíz, es el gusano cogollero. La presencia de este insecto, se detecta cuando en el envés de las hojas, se observan grupos de pequeños huevecillos. Los primeros ataques se inician con raspaduras a nivel de las hojas y en estado más avanzado, se pueden observar en el cogollo de las plantas, a los gusanos adultos.

Antes de realizar un control del gusano cogollero, se debe efectuar un muestreo en diferentes lugares del cultivo, haciendo un recuento del número de plantas dañadas con raspaduras y presencia de larvas pequeñas. Si de 100 plantas observadas, 20 se encuentran afectadas, es necesario hacer uso de insecticidas. Se deben aplicar cuando las larvas aún están pequeñas (menos de 5mm), ya que en este estadio el control es más eficiente y la dosis de insecticidas es menor. Si hay menos del 20% de plantas atacadas y existen la posibilidad de una lluvia inmediata, se puede suspender el uso de insecticidas, para que la lluvia controle en forma natural la incidencia del gusano. (SIBTA 2005)

1.10 ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE MAÍZ

En condiciones climáticas de alta temperatura y humedad, aparecen en la planta de maíz diferentes enfermedades, por ejemplo, las Quemaduras de hojas o Tizones, el Palmeado de maíz, manchas pequeñas de color café llamadas Roya, El Carbón del maíz en forma de masas de color plomo-blanquecino, y otras enfermedades propias de cada zona. Si las enfermedades aparecen cuando las plantas están próximas a la floración, el cultivo reduce su rendimiento considerablemente. La aparición de enfermedades después del llenado de grano o en la etapa de madurez fisiológica, no tiene mayor importancia.

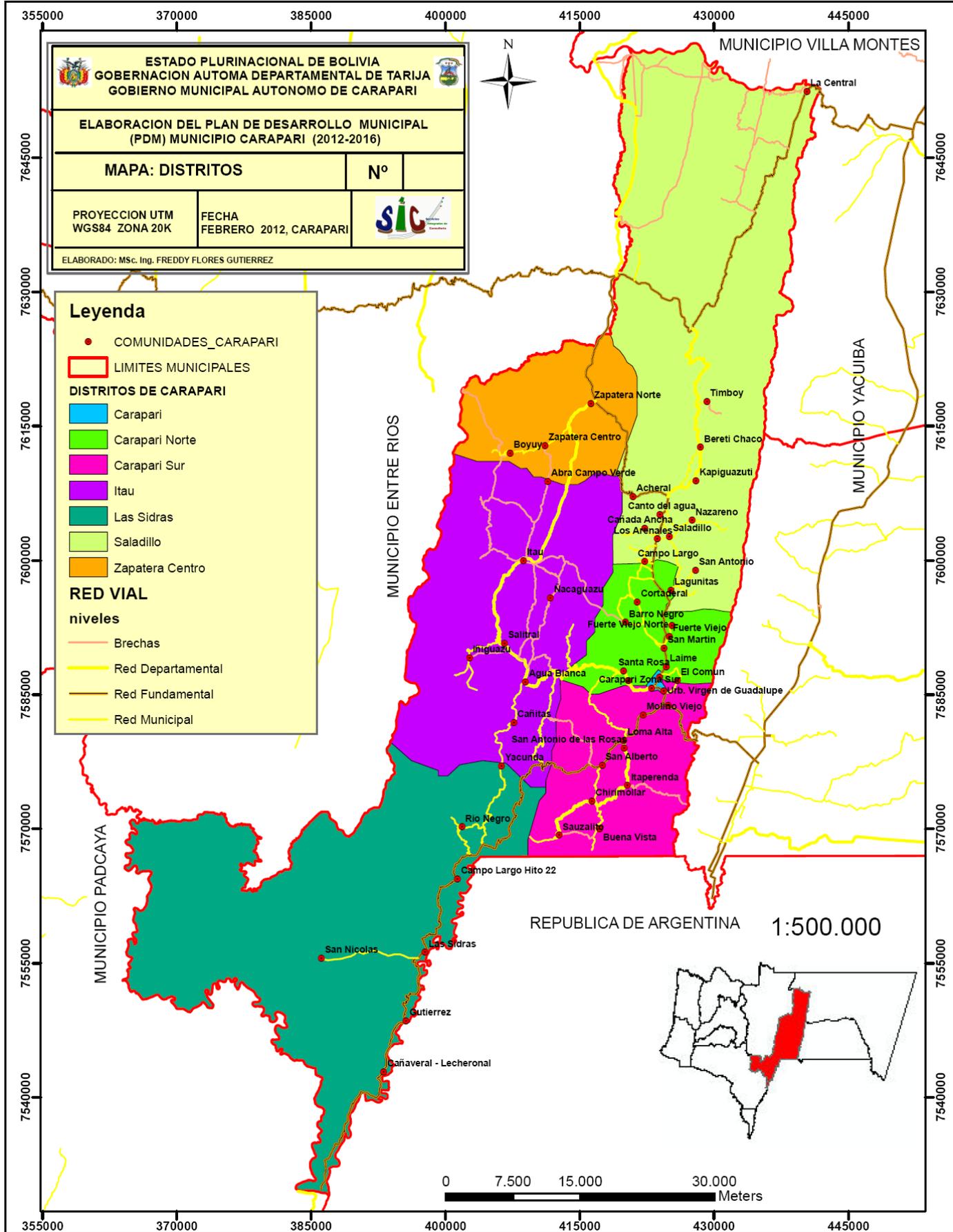
Para prevenir la aparición de enfermedades, se debe utilizar semilla certificada de variedades o híbridos de maíz (con resistencia o tolerancia a enfermedades), efectuar las siembras en épocas recomendadas, realizar rotación de cultivos con leguminosas, cosechar y eliminar plantas enfermas, pues estas posteriormente se constituyen en un foco de enfermedades durante el desarrollo del cultivo. (SIBTA 2005)

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo de investigación se realizó durante la campaña agrícola 2012 en la comunidad de Abra Campo Verde del Municipio de Caraparí del departamento de Tarija, a 18 km. del cruce de Choere y a 200 km. de la Capital Tarija. Geográficamente está ubicada entre los paralelos S 21° 42' 15" y W 63°52'07", con una altitud 970 m.s.n.m. (Elaboración propia, 2012)



2.2 CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS

2.2.1 Aspectos climatológicos

CUADRO N°9 RESUMEN CLIMATOLÓGICO 2012

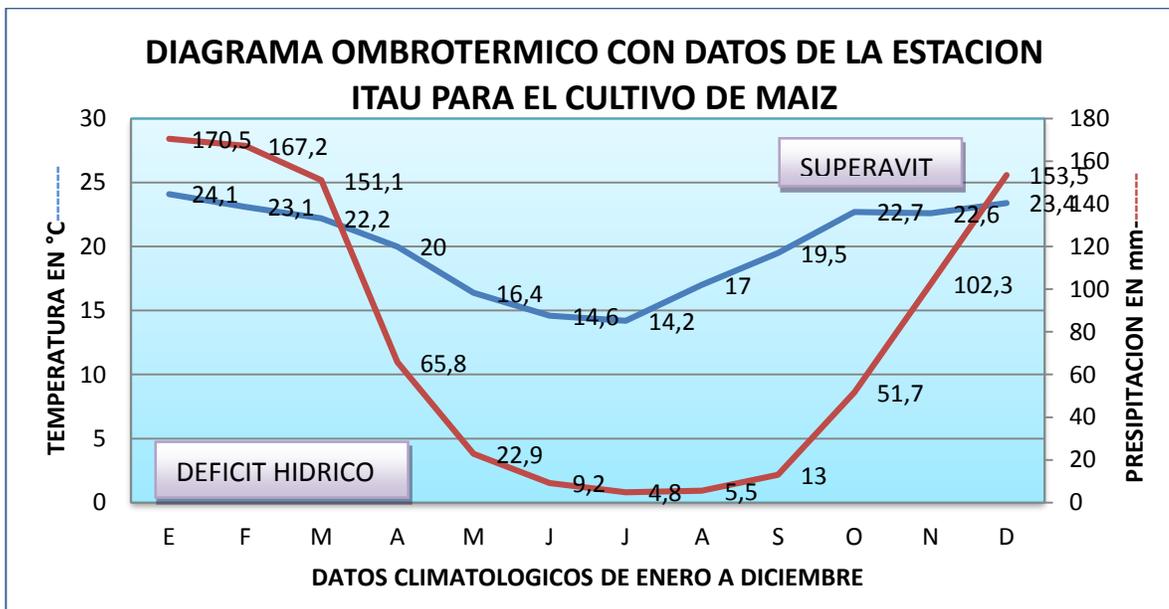
Estación: ITAU											Latitud S.:		21° 42' 15"	
Provincia: GRAN CHACO											Longitud W.:		63° 52' 07"	
Departamento: TARIJA											Altura:		970 m.s.n.m.	
Indice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	30,8	29,5	28,2	25,4	22,2	21,5	22,0	25,9	28,7	31,4	30,4	30,4	27,2
Temp. Min. Media	°C	17,5	16,7	16,2	14,5	10,6	7,8	6,3	8,0	10,3	14,0	14,7	16,3	12,7
Temp. Media	°C	24,1	23,1	22,2	20,0	16,4	14,6	14,2	17,0	19,5	22,7	22,6	23,4	20,0
Temp.Max.Extr.	°C	41,0	40,0	40,0	38,0	35,0	33,0	39,0	41,0	46,0	46,0	45,0	45,0	46,0
Temp.Min.Extr.	°C	8,0	7,0	7,0	5,0	-2,0	-6,0	-5,0	-6,0	-3,0	2,0	2,0	4,0	-6,0
Días con Helada		0	0	0	0	0	1	4	2	1	0	0	0	7
Precipitación	mm	170,5	167,2	151,1	65,8	22,9	9,2	4,8	5,5	13,0	51,7	102,3	153,5	917,4
Pp. Max. Diaria	mm	85,0	104,0	160,0	80,0	52,0	15,0	17,0	20,0	42,0	69,6	162,0	99,0	162,0
Días con Lluvia		9	8	8	6	4	2	1	1	2	4	6	8	59
* Instalada en fecha 06/1974 SENAMHI														
*Se reabre en Octubre 1999 Termo pluviométrica														

En el presente cuadro se puede apreciar un resumen climatológico recogido de la estación Itau en la gestión 2012, la estación climatológica se encuentra ubicada en la Segunda Sección de la Provincia Gran Chaco en la comunidad de Itau distante a 8 km. de la comunidad Abra Campo Verde, los datos fueron recogidos de dicha estación siendo esta la más cercana y más representativa a la zona de estudio.

A partir de los presentes datos se elaboró un diagrama ombrotermico relacionando la temperatura con la precipitación para poder determinar el déficit o superávit de condiciones climáticas para la producción de maíz. (Elaboración propia)

Grafica N°1

DIAGRAMA OMBROTERMICO



Fuente: Elaboración propia

1 2 3 4

- 1.- Germinación
- 2.- Crecimiento
- 3.- Floración
- 4.- Formación del fruto y madurez

El presente diagrama ombrotermico fue elaborado a partir de los datos meteorológicos de la estación Itau en la gestión 2012 que es la más cercana a la comunidad de estudio, como podemos observar este diagrama nos permite poder relacionar la temperatura con la precipitación y la exigencia del cultivo a implantar.

Según la exigencia del cultivo con relación a las fases fenológicas que presenta el mismo podemos observar que la siembra de maíz en la comunidad de estudio se puede empezar a realizar a partir del mes de septiembre cuando empieza a superarse

el periodo de déficit hídrico y las temperaturas van optimizándose para la producción del maíz el periodo más óptimo para la siembra del maíz es a partir del mes de diciembre hasta la primera quincena de febrero donde las condiciones climatológicas son aptas para la producción de maíz en la comunidad de Abra Campo Verde. (Elaboración propia, 2012)

2.2.2 Características fisiográficas

Teniendo en cuenta los grandes factores morfológicos, climatológicos de flora y fauna y la variedad de suelos, el país puede dividirse en dos unidades mayores: el bloque andino elevado - frío y las planicies bajas - calientes; estas unidades se subdividen en otras menores con peculiaridades propias.

El caso del departamento de Tarija, en general tiene como características fisiográficas a montañas altas con cimas agudas, cimas convexas, valles altos de la cordillera oriental, valles fluviolacustres erosionados ubicados esencialmente al oeste del departamento y la zona central (provincias O'Connor y Arce) que tienen sus características similares a los del Municipio de Caraparí, forman parte -en mayor proporción- de la sub provincia fisiográfica denominada Subandino sur , ubicada entre la cordillera sur y llanuras del Chaco.

La provincia Subandino sur, tiene un rumbo general noreste y suroeste. Esta unidad fisiográfica se halla formada por serranías paralelas que coinciden con grandes alineamientos anticlinales alargados, asimétricos, con uno de sus flancos más tendido que los otros, dando lugar a una morfología de “cuestas”. En medio de estos cordones hay valles secos y húmedos sinclinales angostos y anchos con depósitos coluvio – aluviales; en este ámbito fisiográfico se desarrolla todas las actividades económicas existentes del Municipio, además de que ahora en las serranías anticlinales constituyen importantes estructuras petrolíferas como son los bloques: San Alberto, San Antonio e Itaú, todas ubicadas en la jurisdicción del municipio de Caraparí. Diagnóstico del Municipio de Caraparí. (2012)

2.2.3 Características Vegetativas

En el siguiente cuadro presentamos las especies predominantes en el Municipio de Caraparí.

CUADRO N°10 ESPECIES VEGETALES PREDOMINANTES

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Utilidad
Cebil chico	Anadenantera sp	Leg.Mimisoidea	Madera, leña y tintura.
Algarrobo	Prosopis alba	Leg.Mimosoidea	Madera dura, fruto dulce y agradable, bueno para refresco y chicha, excelente para alimentos balanceados de ganado.
	Prosopis nigra	Leg. Mimosoidea	Bueno para alimento de ganado, también como natural
Guayacán	Caesalpinia paraguariensis	Leg. Cesalpinoidea	Madera fina para muebles, en proceso de extinción.
Cebil colorado o Corupay	Piptadenia macrocarpa	Leg.Mimosoidea	Taninos en un 13%, bueno para curtiembre de cueros, madera buena para postes, genera la goma arábica (resina).
Mistol o quillay	Zizipus mistol	Ramnáceae	Fruto comestible, madera buena para ebanistería, la corteza sirve como jabón, la madera quemada suministra sal potásica en un 17%.
Palo borracho	Chorisia insignis	Bombacaceae	Da algodón sedoso, la corteza es buena para elaborar piolas, esteras, hamacas, también para fabricar cartón y papeles
Nogal	Juglans australis	Juglandaceae	Para alimentación y madera
	Juglans boliviana	Juglandaceae	Para alimentación, las hojas sirven para parches, la corteza sirve como tintura natural.
Palo Blanco	Calyxoplyllum multiflorum	Rubiaceae	Madera dura, buena para vigas.
Quina Colorada	Myroxilium peruiferum	Leg. Papilionaceae	Contiene sulfato de quinina para combatir el paludismo, madera fuerte
Tipa colorada	Pterogenie nitens	Leg. Caesalpinoidea	De su corteza se obtiene jaleas o miel que sirve como parches y cataplasmas que curan fracturas de huesos, hojas cocidas son astringentes.
Chañar	Geoffroea decorticans	Leg. Papilionaceae	Fruto comestible, cura indigestiones y sirve como purgante.
Timboy, árbol mitológico ó Pacará	Esterolobium contortisiliquium	Leg. Mimosoideae	Semilla molida sirve como jabón, buena para ebanistería, su corteza sirve para limpiar ropa. Atrae nubes y la humedad atmosférica.
Tipa blanca	Tipuana tipa	Leg. Papilionaceae	Para parches, astringente, forrajera.
Lanza	Saccellium lanceolatum	Boraginaceae	Madera blanda, buena para mango de herramientas, alimento para ganado.
Roble	Amburana cearensis	Leg. Papilionaceae	Madera de calidad.

Fuente: Diagnostico del Municipio de Caraparí, 2012

2.2.4 Recursos hídricos

En la comunidad de Abra Campo Verde no se cuenta con agua potable para consumo humano, en la área productiva no se cuenta con ninguna clase de sistemas de riego tecnificado por este motivo todos los terrenos son cultivados a temporal, para poder contar con agua para el riego en épocas deficitarias se construye atajados o pozos con el fin de cosechar agua de lluvia y poder cubrir las necesidades de agua en la área ganadera y periodos críticos de producción agrícola. (Elaboración propia, 2012)

2.3 MATERIALES

2.3.1. Material vegetal

Para la realización del presente trabajo de investigación que comprende en la evaluación de las pérdidas que se presentan en la cosecha mecanizada se utilizó dos variedades de semilla híbrida de maíz:

$V_1 = \text{ATL-300}$

$V_2 = \text{Z-8501}$

2.3.1.1 Descripción de la semilla de híbrido de maíz ATL-300

Esta variedad de semilla híbrida ATL-300 es producida por la empresa Agripac y tiene las siguientes características:

Característica varietal

- Híbrido simple modificado
- Porte entre 240 a 270 cm
- Altura de espiga entre 120 a 150 cm.
- Florecimiento entre 62 a 79 días.
- Ciclo intermedio
- Granos semiduros
- Amarillo /anaranjado

- Excelente llenado y calidad de grano.
- Muy buen potencial productivo.
- Rendimiento 180 qq/ha.
- Resistencia al acamamiento o quebramiento.

2.3.1.2 Descripción de la semilla de híbrido de maíz Z-8501

Esta variedad de semilla híbrida Z-8501 es producida por la empresa Agripac y tiene las siguientes características:

Característica varietal

- Híbrido triple de ciclo intermedio
- Excelente Stay Green
- Porte de 250 a 270 cm.
- Tallo resistente al acame
- Inserción de mazorcas 125 a 160 cm.
- Mazorca con excelente chala
- Sistema radicular profundo
- Grano pesado
- Excelente sanidad de hojas y tallos.
- Rendimiento 180 qq/ha.

2.3.2 Materiales de campo utilizados en la cosecha

- Wincha
- Estacas
- Bolsas de polipropileno
- Formulario de tomas de datos
- Cámara fotográfica
- Romana

- Humectimetro
- Maquina cosechadora combinada
- Carpa plástica

2.4 MÉTODOS

2.4.1 Determinación de la humedad del grano a cosechar

Previo al desarrollo metodológico de evaluación de las pérdidas en la cosecha mecanizada se realizó una determinación de la humedad del grano de maíz con la ayuda de un equipo llamado humectimetro prestado por el SEDAG-CARAPARI, para dicho análisis se realizó el muestreo al azar de 100 gr. de grano de maíz, seguidamente de una manera sencilla en campo se determinó la humedad del grano.

2.4.2 Diseño experimental

Se tuvo dos unidades de estudio de una hectárea cultivada por unidad estudiada donde se sembró las dos variedades de semilla híbrida ATL-300 y Z-8501 en cada unidad de estudio, para poder evaluar las pérdidas que se presentan en la cosecha mecanizada.

Del total de datos obtenidos de los caracteres cuantitativos se obtuvieron las medias, para posteriormente poder determinar las pérdidas utilizando fórmulas matemáticas que permitieron evaluar las pérdidas que se tuvieron en la cosecha mecanizada del maíz.

Para el desarrollo del estudio se procedió a determinar las pérdidas en las diferentes fases de cosecha de la cosechadora combinada, la metodología y fórmulas matemáticas utilizadas para la evaluación de pérdidas en la cosecha mecanizada fueron las siguientes:

2.4.3 Determinación de pérdidas en el cabezote o plataforma de corte (PC)

Pérdidas en el cabezote o plataforma de corte (PC): Se realizó la operación de la combinada aproximadamente 100 metros, permitiendo de esta manera que todos sus mecanismos entren en régimen de operación. Se detuvo la máquina, haciéndola

retroceder una distancia aproximada de 15 metros, permitiendo en esta área realizar las siguientes mediciones: En un área de 40 m² (10 m x 4 m), se recogieron todas las mazorcas que cayeron al suelo y que por algún motivo no entraron a la combinada, se desgranaron y pesaron los respectivos granos. Esta operación se repitió cuatro (4) veces, promediando el valor obtenido (MC). Por lo tanto, las pérdidas de mazorcas correspondientes a la plataforma o cabezal, estuvieron dadas por la siguiente ecuación.

$$PM = 250 * MC \text{ kg/ha}$$

2.4.4 Determinación de pérdidas en la plataforma o cabezal

El segundo tipo de pérdidas en la plataforma o cabezal correspondió al grano suelto que se cayó al suelo debido a un desgrane prematuro en este sistema de la combinada. Para tal efecto, en la parte frontal donde se hizo retroceder la combinada, y en un área de 1 m² (1 m x 1 m), se recogieron los granos sueltos y pedazos de mazorca con granos, se procedió a desgranarlos y pesarlos. Esta medición se realizó cuatro (4) veces, promediando el valor obtenido (GC). Por consiguiente, las pérdidas de grano en el cabezote estuvieron dadas por la siguiente ecuación:

$$PG = 10.000 * GC \text{ kg/ha}$$

2.4.5 Determinación de pérdidas totales

Por lo tanto, las pérdidas totales en el cabezal o plataforma de corte (PC), fueron igual a la suma de las pérdidas individuales correspondientes a mazorcas y grano suelto, esto es:

$$PC = (PM + PG) \text{ kg/ha} = 250 (MC + 40 GC) \text{ kg/h.}$$

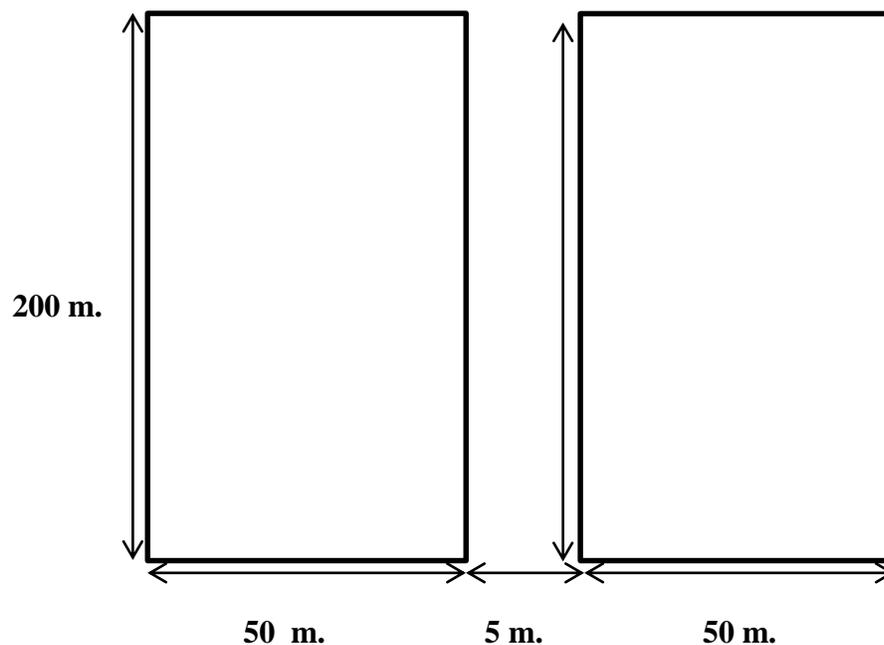
2.4.6 Tipo de muestreo

El tipo de muestreo de las dos unidades de estudio fue simplemente estratificado donde se realizó el muestreo en las unidades de estudio con características iguales en cuanto a tamaño, densidad de siembra, frecuencia de riego, aplicación de agroquímicos y labores culturales. De cada parcela se obtuvieron la toma en cuatro repeticiones para la evaluación de las pérdidas.

2.4.7 Especificaciones del ensayo

-Número de parcelas:	2
-Número de surcos por parcela:	63
-Distancia entre parcelas:	5 m
-Largo de la parcela:	200 m
-Ancho de la parcela:	50 m
-Superficie de cada parcela:	10000 m ²

2.4.8 Diseño de campo



2.5 DESARROLLO DEL ENSAYO

2.5.1 Preparación del terreno.

Como paso previo a la siembra se realizó la preparación del terreno de forma mecanizada con la ayuda de un tractor agrícola, realizando una primera pasada con un implemento de disco, el romeplov rastra pesada y luego se realizó una pasada con rastra liviana con la finalidad de mejorar las características físicas del suelo, para que el suelo quede suelto.

Se realizó las labores de preparación de suelo con cierta anticipación a la siembra con el objetivo de captar mejor el agua de lluvia, romper el ciclo biológico de insectos perjudiciales que habitan en el suelo y permitir la descomposición de malezas y rastrojo de la anterior cosecha.

2.5.2 Muestreo de suelos

Después de la preparación de suelos se realizó el muestreo de suelos pudiendo obtener 20 muestras simples del suelo donde posteriormente se obtuvo una muestra compuesta representativa de la fertilidad de toda la zona de estudio.

En los resultados de análisis de suelos se pudo observar que no existe deficiencia de nutrientes, para tal efecto no se incorporó ningún fertilizante químico, los suelos de la comunidad Abra Campo Verde son fértiles y productivos obteniendo rendimientos aceptables y favorables al beneficio de la economía del productor, por las características edafoclimáticas los resultados en cuanto a rendimiento son relativamente más altos a los rendimientos de producción de los valles de Tarija.

2.5.3 Siembra

Anteriormente la época óptima para la siembra en la zona de estudio era noviembre y diciembre pero como la siembra está condicionada al factor climático se llegó a sembrar el 10 de enero del año 2012, pudiendo tener en esta fecha una humedad

adecuada para realizar la siembra a favor de poderse presentar precipitaciones en los días anteriores a la siembra

La siembra fue mecanizada pudiendo utilizar una sembradora directa de 12 hileras, el marco de siembra fue de surco y surco de 0.80 metros y con una distancia de planta a planta de 20 centímetros.

2.5.4 Control de plagas

La plaga más importantes que causa daño al cultivo en la zona de estudio es el gusano cogollero. Para el control de la plaga se aplicó el DIFLULIN 48 SC, en fecha 5 de febrero del 2013, por este ser un insecticida fisiológico con actividad por ingestión y contacto con una dosis 1 l/ha con pulverizadoras de 400 litros. Después de los 15 días de emergencia de la plántula del maíz, la presencia de este insecto se lo detecta cuando en el envés de las hojas se observan grupos de pequeños huevecillos y se observan los primeros ataques se inician con raspaduras a nivel de las hojas

2.5.5 Control de malezas

La aplicación del herbicida se lo realizo observándose las primeras emergencia de malezas, donde fue a los 20 días después de la siembra se aplicó atrazina con una dosis de 3.5 l/ha en fecha 30 de enero del 2012.

2.5.6 Determinación de la humedad del grano

Antes de realizar la cosecha mecanizada se procedió a realizar un análisis fundamental en la cosecha mecanizada que es la determinación de humedad del grano que según la bibliografía nos indica que el contenido adecuado de humedad del grano para la cosecha tiene que estar comprendido entre el 18 y 25%. Teniendo un porcentaje de humedad para la variedad ATL 300 de 18.5% y para la variedad Z 8501 un porcentaje de humedad del 20 %, siendo este un porcentaje apropiado para la cosecha se efectuó la cosecha mecanizada de las dos unidades de estudio.

2.6 PARÁMETROS A EVALUAR

- Determinación de la humedad del grano antes de la cosecha.
- Determinar las pérdidas en el cabezote o plataforma de corte.
- Determinar las pérdidas en la plataforma o cabezal correspondido al grano suelto que se cayó al suelo debido a un desgrane prematuro.
- Determinación y comparación de las pérdidas obtenidas por la cosecha mecanizada.
- Determinación del rendimiento por hectárea cultivada.
- Análisis de costos desde un punto de vista económico.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los datos registrados en campo fueron analizados de acuerdo a la metodología establecida por la investigación, y luego de haber obtenido los resultados se representa los siguientes cuadros representativos.

3.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL GRANO MAÍZ ANTES DE LA COSECHA

CUADRO N°12 DATOS DEL ANÁLISIS DE HUMEDAD PARA REALIZAR LA COSECHA DE MAÍZ DE LAS VARIEDADES CORRESPONDIENTES AL ESTUDIO

ENSAYO REALIZADO	VARIEDAD	UNIDADES	RESULTADO OBTENIDO
Humedad	ATL 300	%	18.5
Humedad	Z 8501	%	20

Fuente: Elaboración propia

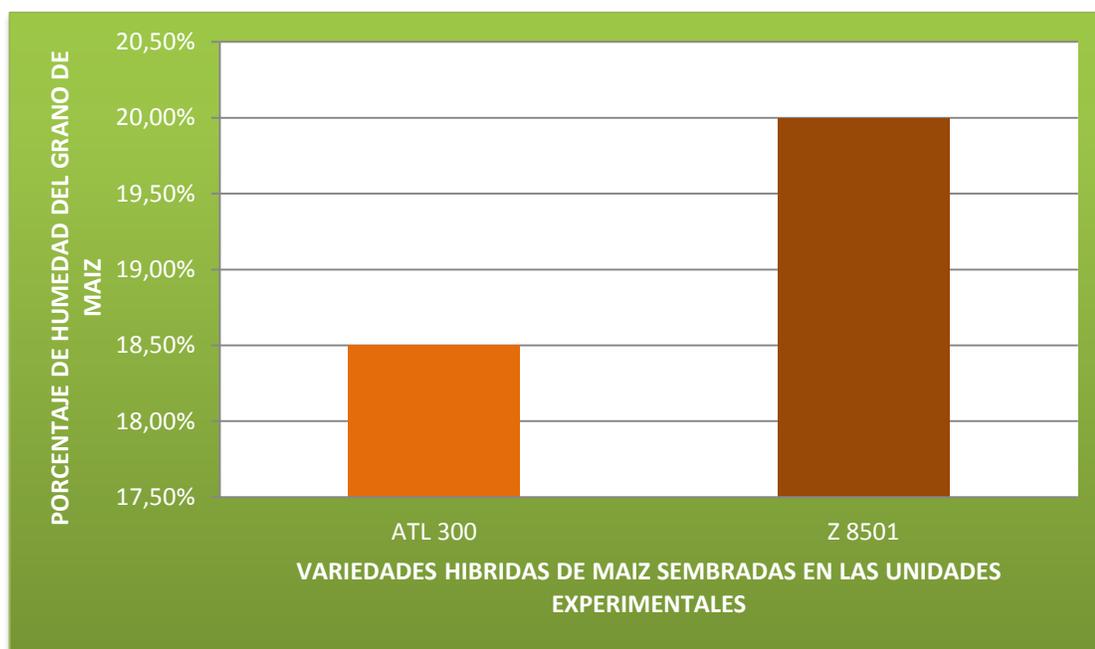
El 21 de mayo del 2012, en una observación de campo se pudo detectar la presencia de una capa negra en la base del grano donde este se adhiere al olote (tusa), lo que nos indica que el grano llego a su madurez fisiológica, esta es la manera tradicional que el agricultor utiliza para poder determinar el momento de cosecha.

El presente día de la observación se solicitó se nos pueda prestar el humectimetro del SEDAG-CARAPARI, para lo cual poder determinar el porcentaje de humedad contenido en el grano de maíz, seguidamente se procedió a recolectar muestras de grano de las unidades experimentales en una cantidad de 100 gr. de grano de maíz para posteriormente determinar el porcentaje de humedad exacto en el humectimetro, los resultados obtenidos fueron los siguientes: la parcela sembrada con semilla hibrida de la variedad ATL 300 presento un porcentaje de humedad del 18.5 % y la parcela sembrada con semilla hibrida de la variedad Z 8501 presento un porcentaje de humedad del 20%.

Obtenido los porcentajes de humedad de las unidades experimentales y así mismo estando dentro del rango de aceptabilidad se procedió a realizar la cosecha.

Gráfica N°2

ANÁLISIS DE HUMEDAD DEL GRANO PARA PODER DETERMINAR EL TIEMPO DE COSECHA



Fuente: Elaboración propia

En la presente grafica podemos observar que el porcentaje de humedad obtenido del análisis de humedad del grano maíz en la variedad ATL 300 es del 18.5 % y el porcentaje de humedad obtenido del grano de maíz dela variedad Z 8501 es del 20%

La determinación de la humedad del grano de maíz nos permitió tener conocimiento del porcentaje de humedad exacto del mismo, pudiendo de esta manera apreciar que el contenido de humedad de las dos unidades experimentales sembradas con las variedades híbridas se encontraban dentro del rango recomendable para poder efectuar la cosecha de maíz.

En la cosecha mecánica la humedad tiene que estar entre 18 y 25%, para que el maíz se desgrane más facilidad y se reduzca el quebrado de granos, por efecto de golpes durante el desgrane en la cosechadora. Si se deja secar más, aumenta el riesgo de pérdidas en la cosecha por efecto de la lluvia y el viento, que causan el amacado de las plantas y la germinación de las mazorcas en el suelo; por otra parte, las mazorcas tienden a desgranarse prematuramente. (SIBTA 2005).

3.2 DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS EN EL CABEZOTE O PLATAFORMA DE CORTE

CUADRO N°13 DATOS RECOGIDOS EN CAMPO DE LAS PÉRDIDAS EN EL CABEZOTE O PLATAFORMA DE CORTE DE LAS DOS UNIDADES EXPERIMENTALES

REPETICIONES	Perdidas en kg. En el cabezote o plataforma de corte	
	VARIEDAD ATL 300	VARIEDAD Z 8501
Repetición 1	0.990	1.550
Repetición 2	0.890	1.650
Repetición 3	0.995	0.900
Repetición 4	1.100	1.875
Promedio total de pérdida	0.994	1.494

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar las pérdidas en el cabezote o plataforma de corte se aplicó la metodología establecida en el estudio donde, para poder obtener los datos se realizó la operación de la combinada en 100 metros, haciendo de esta manera que todos los mecanismos entren en total funcionamiento, seguidamente se hizo retroceder la combinada 15 metros y en una superficie de 10 * 4m. se recogieron todas las mazorcas que no entraron a la combinada para poderlas desgranar y pesar, esta operación se la repitió 4 veces para obtener un dato promedio representativo los cuales fueron: : 0.994 kg. En la unidad experimental sembrada con maíz híbrido de la

variedad ATL 300 y 1.494 kg. En la unidad experimental sembrada con maíz híbrido de la variedad Z 8501

3.2.1 Aplicación de fórmula para determinar las pérdidas en la plataforma de corte en kg/ha (Unidad experimental sembrada con la variedad híbrida ATL 300)

$$PM = 250 * MC \text{ kg/ha}$$

$$PM = 250 * 0.994 \text{ kg/ha}$$

$$PM = 248.5 \text{ kg/ha}$$

Reemplazada la fórmula matemática con los datos obtenidos en la unidad experimental sembrada con maíz híbrido de la variedad ATL 300, indica que se presentó una pérdida en la plataforma de corte de 248.5 Kg.

3.2.2 Aplicación de fórmula para determinar las pérdidas en la plataforma de corte en kg/ha (Unidad experimental sembrada con la variedad híbrida Z 8501)

$$PM = 250 * MC \text{ kg/ha}$$

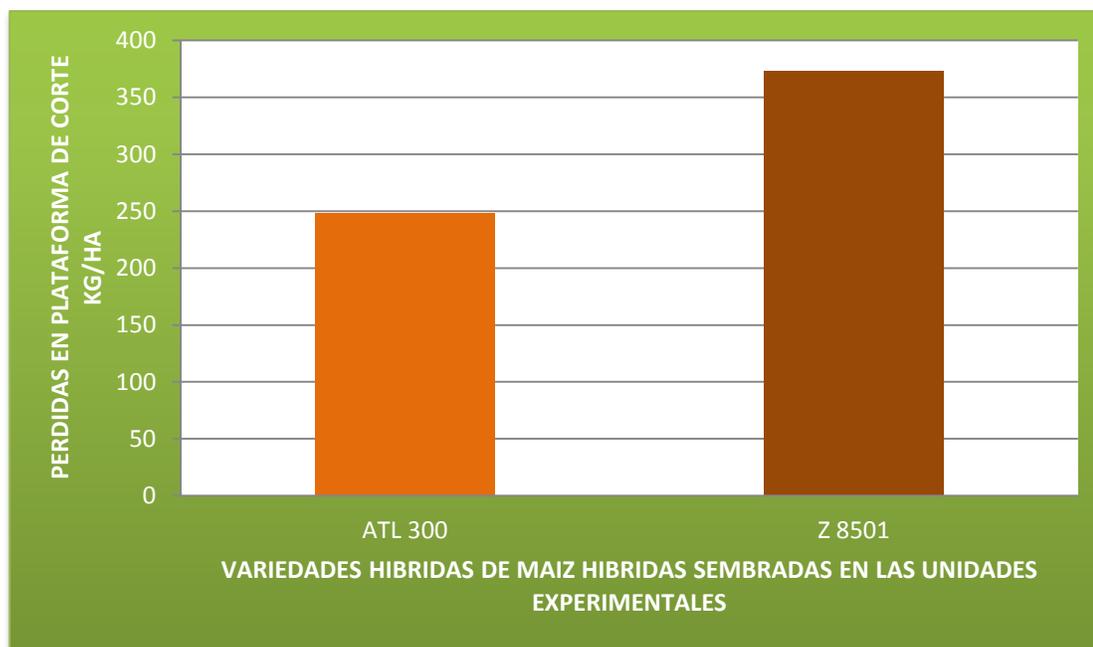
$$PM = 250 * 1.494 \text{ kg/ha}$$

$$PM = 373.5 \text{ kg/ha}$$

Una vez obtenidos los datos reemplazamos en la fórmula matemática de pérdidas en plataforma de corte, donde obtuvimos un dato de pérdida en plataforma de corte para la unidad experimental sembrada con la variedad híbrida Z 8501 de 373.5 kg/ha

Gráfica N°3

GRAFICA COMPARATIVA DE LAS PERDIDAS EN PLATAFORMA DE CORTE OBTENIDAS EN LAS DOS UNIDADES EXPERIMENTALES EN (KG/HA)



Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos podemos indicar en la presente grafica que en la unidad experimental sembrada con maíz híbrido de la variedad Z 8501 se obtuvo una pérdida en plataforma de corte de 373.5 kg/ha. y en la unidad experimental sembrada con maíz híbrido ATL 300 se pudo obtener una menor pérdida en plataforma de corte de 248.5 kg/ha.

Observando en campo se pudo determinar, la importancia de utilizar una semilla de calidad, que tenga buenas características genéticas, en el presente estudio se utilizó semilla híbrida de dos variedades, las cuales son muy demandadas en la comunidad por presentar buenos rendimientos que están al orden de 150 a 180 qq/ha, por la resistencia al acame y por la uniformidad en el desarrollo fenológico de la planta,

presentando una uniformidad relativa a la altura de inserción de la mazorca lo que hizo que se pueda regular la maquina cosechadora a una altura de corte apropiada evitando tener pérdidas en este aspecto, por lo mismo uno de los motivos de perdida es el mal regulado de la máquina cosechadora.

De una ha cosechada el promedio de pérdida ocasionado durante la cosecha, provoca una disminución promedio de 385 kg/ha por lo regular lo que corresponde al 5.3% del rendimiento potencial, equivalente 8 qq valuadas en 80 dólares, de los cuales se podrían recuperar en forma rápida, ajustando el momento de cosecha, el equipamiento y regulación del cabezal y cosechadora, unos 55 kg/ha, valuados en 12 dólares por año, sin perder capacidad operativa.

(<http://www.elsitioagricola.com/articulos/bragachini/P%C3%A9rdidas%20de%20cosecha%20%20Evaluacion%20y%20tolerancias%20en%20cosecha%20de%20Soja,%20Maiz,%20Girasol%20y%20Trigo.asp>)

3.3 DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS EN LA PLATAFORMA O CABEZAL CORRESPONDIDO AL GRANO SUELTO QUE SE CAYÓ AL SUELO DEBIDO A UN DESGRANE PREMATURO

CUADRO N°14 DATOS RECOGIDOS EN CAMPO DE LAS PÉRDIDAS EN EL CABEZAL DEBIDO AL GRANO CAIDO AL SUELO

REPETICIONES	Perdidas en kg. En el cabezal debido al grano caído en el suelo	
	VARIEDAD ATL 300	VARIEDAD Z 8501
Repetición 1	0.005	0.008
Repetición 2	0.003	0.007
Repetición 3	0.004	0.005
Repetición 4	0.006	0.006
Promedio total de perdida	0.005	0.007

Fuente: Elaboración propia

Para determinar las pérdidas de grano suelto caído en el suelo debido a un desgrane prematuro, se realizó el muestreo en la área frontal donde se hizo retroceder la combinada, lanzando a la superficie cosechada un marco de alambre de 1m * 1m, donde se procedió a recoger todos los granos que se encontraban dentro de dicho marco esta operación se la realizo 4 veces en cada unidad de estudio para obtener un dato promedio, en la unidad experimental sembrada con maíz hibrido ATL 300 se obtuvo una pérdida de 0.005 kg y en la unidad experimental sembrada con maíz hibrida Z 8501 0.007 kg.

3.3.1 Aplicación de fórmula para determinar las perdidas en el cabezote debido al grano caído en el suelo en kg/ha (Unidad experimental sembrada con la variedad hibrida ATL 300)

$$PG = 10.000 * GC \text{ kg/ha}$$

$$PG = 10.000 * 0.005 \text{ kg/ha}$$

$$PG = 50 \text{ kg/ha}$$

Tenido los datos de campo en lo que significa perdidas en el cabezote debido a granos que se cayeron al suelo, obtuvimos un dato de perdida en la unidad experimental sembrada con semilla hibrida de la variedad ATL 300 de 50 kg/ha.

3.3.2 Aplicación de fórmula para determinar las perdidas en el cabezote debido al grano caído al suelo en kg/ha (Unidad experimental sembrada con la variedad hibrida Z 8501)

$$PG = 10.000 * GC \text{ kg/ha}$$

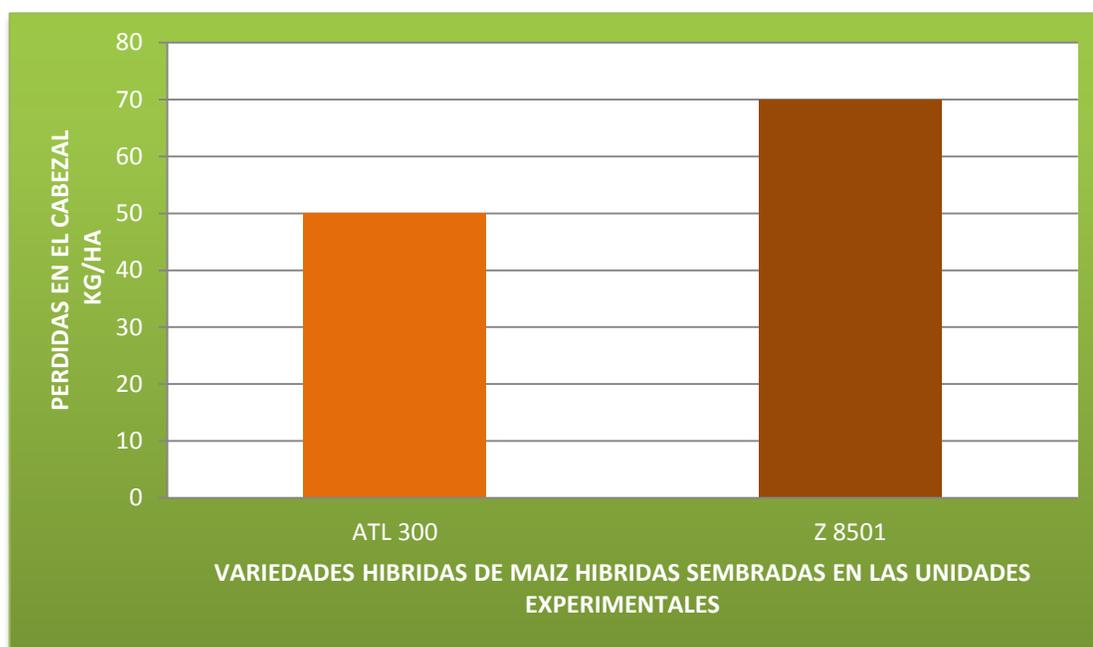
$$PG = 10.000 * 0.007 \text{ kg/ha}$$

$$PG = 70 \text{ kg/ha}$$

Recolectados los datos en campo de lo que significa perdidas en el cabezote debido a granos que se cayeron al suelo, obtuvimos un dato de perdida en la unidad experimental sembrada con semilla hibrida de la variedad Z 8501 de 70 kg/ha.

Gráfica N°4

GRAFICA COMPARATIVA DE LAS PERDIDAS OBTENIDAS EN LAS DOS UNIDADES EXPERIMENTALES EN EL CABEZAL DEBIDO AL GRANO CAÍDO EN SUELO EN (KG/HA)



Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la gráfica la mayor pérdida en el cabezal debido al grano caído en el suelo se pudo presentar en la unidad experimental sembrada con semilla híbrida de la variedad Z 8501 donde se tuvo una pérdida de 70 kg/ha y en la unidad experimental sembrada con semilla híbrida de la variedad ATL 300 se pudo tener una menor pérdida de 50 kg/ha.

Antes de realizar la siembra hay que tener en cuenta de poder utilizar un buen material genético que nos pueda garantizar un buen rendimiento, lo cual pueda

reflejarse en mayor utilidades para el productor para esto también tendrán que intervenir factores de manejo que puedan permitirnos un buen desarrollo de producción, por otra parte en lo que se refiere a pérdidas de grano suelto en la plataforma o cabezal de trillado, tenemos que tener en cuenta de controlar el contenido de humedad de grano previo a la cosecha para de esta forma determinar el momento adecuado de cosecha, evitando de esta manera poder tener pérdidas ya sea por exceso de húmeda o por déficit de humedad del grano.

Las pérdidas en la plataforma de trillado, provoca una disminución promedio de 87 kg/ha por lo regular lo que corresponde al 1.1% del rendimiento potencial, equivalente 1.9 qq valuadas en 20 dólares, de los cuales se podría reducir haciendo una determinación apropiada de la humedad del grano.

(<http://www.elsitioagricola.com/articulos/bragachini/P%C3%A9rdidas%20de%20cosecha%20%20Evaluacion%20y%20tolerancias%20en%20cosecha%20de%20Soja,%20Maiz,%20Girasol%20y%20Trigo.asp>)

3.4 DETERMINACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PÉRDIDAS OBTENIDAS EN LA COSECHA MECANIZADA.

CUADRO N°15 CUADRO COMPARATIVO DE PÉRDIDAS EN EL PROCESO DE COSECHA MECANIZADA DEL MAÍZ

	Datos de las pérdidas que se tuvieron el proceso de cosecha mecanizada en (kg/ha)	
PERDIDAS EN LA COSECHA MECANIZADA	VARIEDAD ATL 300	VARIEDAD Z 8501
PERDIDAS EN LA PLATAFORMA DE CORTE	248.5	373.5
PERDIDAS EN EL CABEZAL GRANOS CAIDOS AL SUELO	50	70

Fuente: Elaboración propia

En el presente cuadro podemos observar las pérdidas que existieron en la plataforma de corte como así también en el cabezal de trillado, en las dos unidades experimentales sembradas con semillas híbridas de dos variedades ATL 300 Y Z 8501.

3.4.1 Cálculo de pérdidas totales que se tuvieron en la cosecha mecanizada de la unidad experimental sembrada con semilla híbrida de la variedad ATL 300

$$PC = (PM + PG) \text{ kg/ha} = 250 (MC + 40 GC) \text{ kg/h.}$$

$$PC = (248.5 + 50) \text{ kg/ha} = 250 (0,994 + 40 * 0.005) \text{ kg/h.}$$

$$PC = 298.5 \text{ kg/ha}$$

Las pérdidas totales correspondientes a la unidad experimental sembrada con maíz híbrido variedad ATL 300 fueron de 298.5 kg/halo que corresponde a 6.5 qq/ha.

3.4.2 Cálculo de pérdidas totales que se tuvieron en la cosecha mecanizada de la unidad experimental sembrada con semilla híbrida de la variedad Z 8501

$$PC = (PM + PG) \text{ kg/ha} = 250 (MC + 40 GC) \text{ kg/h.}$$

$$PC = (377.3 + 70) \text{ kg/ha} = 250 (1.494 + 40 * 0.007) \text{ kg/h.}$$

$$PC = 447.3 \text{ kg/ha}$$

Las pérdidas totales correspondientes a la unidad experimental sembrada con maíz híbrido variedad Z 8501 fueron de 447.3 kg/halo que corresponde a 9.7 qq/ha.

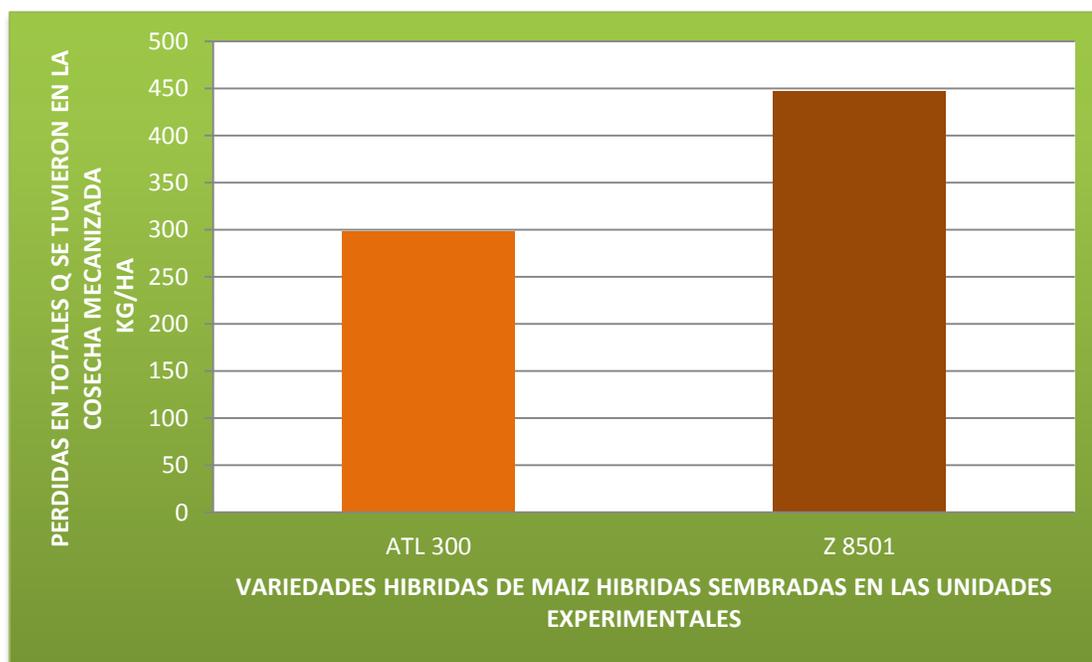
CUADRO N°16 PERDIDAS TOTAL EN LA COSECHA MECANIZADA DE LAS DOS UNIDADES DE ESTUDIO

	Pérdidas totales	
UNIDAD	VARIEDAD ATL 300	VARIEDAD Z 8501
qq/ha	6.5	9.7
Kg/ha	285.5	447.3

Culminado el proceso metodológico de evaluación de pérdidas en la cosecha mecanizada se pudo calcular las pérdidas totales las cuales están expresadas de la siguiente manera: la unidad experimental sembrada con semilla híbrida ATL 300 presento una perdida en cosecha de 285.5 Kg/ha y la unidad experimental sembrada con semilla híbrida Z 8501 nos presentó una perdida en el proceso de cosecha de 447.3 Kg/ha.

Gráfica N°5

GRAFICA COMPARATIVA DE LAS PERDIDAS TOTALES QUE SE TUVIERON EN LA COSECHA MECANIZADA (KG/HA)



Fuente: Elaboración propia

En el grafico se representa las pérdidas totales que se tuvieron en la cosecha mecanizada de dos variedades híbridas altamente productivas en la comunidad de estudio mostrando la variedad híbrida Z 8501 mayores pérdidas con respecto a la variedad ATL 300, como se pudo observar durante el desarrollo existen factores de suma importancia que pueden afectar en el rendimiento de pérdidas producidas por la

cosecha mecanizada y uno de las cuales es el porcentaje de humedad es por eso que es de importancia cuantificar o tener conocimiento exacto del porcentaje de humedad del grano a la hora de la cosecha como así también debemos tomar en cuenta factores mecánicos.

Como se puede ver claramente en las evaluaciones de pérdidas durante el proceso de cosecha de maíz, la eficiencia de recolección del cabezal es la clave para reducir pérdidas dado que en promedio el 70% de las pérdidas, por cosechadora se debe a la recolección y el 30% a la trilla, separación y limpieza. Cuando estos porcentajes son alterados, aumentando las pérdidas por la cola de la cosechadora, la causa generalmente es por mala regulación del cabezal (excesivo corte de plantas y aumento del índice de alimentación de grano), también puede contribuir el mal estado del cultivo (vuelco por causas climáticas o bien por ataque de gusano perforador del tallo -Diatraea).

Las pérdidas durante la cosecha de maíz disminuyen cuando el cultivo presenta uniformidad de diámetro de tallo y espiga, una caña sin daño de insectos y enfermedades, ausencia de vuelco, y una uniforme maduración. Esto último afecta más a la calidad de trilla, y por ende, a la calidad de grano entregado a la tolva de la cosechadora. (Valdivia, 2011)

3.5 DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO POR HECTÁREA CULTIVADA

CUADRO N°17 DATOS DEL RENDIMIENTO TOTAL DE LAS DOS UNIDADES EXPERIMENTALES

	Rendimiento por hectárea cultivada	
UNIDAD	VARIEDAD ATL 300	VARIEDAD Z 8501
qq/ha	180	168
Kg/ha	8290	7728

Fuente: Elaboración propia

Una vez concluida la cosecha se procedió a embolsar el maíz, en bolsas quintaleras que tienen una capacidad de 46 kg. con el fin de poder cuantificar el rendimiento por hectárea producido donde se obtuvo los siguientes rendimientos: la unidad experimental sembrada con semilla híbrida ATL 300 tuvo un rendimiento de 180 qq/ha lo que corresponde a 8290 kg/ha y el rendimiento de la unidad experimental sembrada con semilla híbrida de la variedad Z 8501 presento un menor rendimiento de 168 qq/ha lo que corresponde a 7728 kg/ha.

El INE, afirma que en Bolivia, el cultivo de maíz grano representa el 60% del total de la producción nacional en cereales, la producción está destinado principalmente al mercado interno.

Asimismo el INE, hacen mención que en los Departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca, Tarija y Cochabamba tienen mayor producción de maíz, alcanzando a 94,60%, el departamento de Santa Cruz presente una mayor superficie cultivada y los rendimientos por hectárea son de 4781 kg/ha siendo el departamento con un mayor potencial productivo. (INE, 2012)

3.6 ANÁLISIS DESDE UN PUNTO DE VISTA ECONÓMICO

CUADRO N°18 EVALUACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Análisis de costos de producción				
VARIEDAD	RENDIMIENTO QQ/HA	COSTOS DE PRODUCCIÓN BS/HA	PRECIO DE VENTA AL MERCADO BS/QQ	UTILIDADES DE PRODUCCIÓN EN BS/HA
ATL 300	180	2876	70	9724
Z 8501	168	2876	70	8874

Fuente: Elaboración propia

Los precios de venta del quintal de maíz fluctúan entre 50 a 80 bs. dependiendo de la oferta y demanda en el mercado, para obtener las utilidades de producción se relacionó el rendimiento por hectárea con el precio de venta del quintal de maíz, a esto se descontó los costos de producción, obteniendo de esta manera las utilidades de producción.

La unidad experimental sembrada con maíz híbrido de la variedad ATL 300, al presentar un mayor rendimiento tubo un mayor margen de utilidades de 9724 bs/ha, con respecto a la unidad experimental sembrada con semilla híbrida de la variedad Z 8501 que presento un margen de utilidades de 8874 bs/ha.

Según estudios que hizo la CAO los precios del maíz desde el 2008 al 2010 fueron aumentando en un 23%, con respecto a la suba de precios de insumos y costos operativos, el 2010 el precio del quintal de maíz estaba al orden de los 67.1 bs. (CAO, 2010)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo al trabajo de investigación realizado, y los objetivos formulados así como los resultados obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

1. Dentro de la realización del presente trabajo se pudo determinar que una de las causas más importantes por las cuales se producen perdidas en la cosecha mecanizada es el no determinar el momento adecuado de la cosecha, para poder determinar el momento preciso de la cosecha mecanizada se debe determinar la humedad del grano que debe estar en los rangos de 18 a 25%, los resultados de porcentaje de humedad de las dos unidades de estudio fueron los siguientes: la variedad Z 8501 presento un 20 % de humedad y la variedad ATL 300 presento un 18.5% de humedad, lo que indica una diferencia relativa entre las dos variedades de estudio, pero las mismas se encuentran dentro del grado aconsejable de humedad.
2. Previamente antes de determinar las pérdidas totales producidas en la cosecha mecanizada se realizó la cuantificación de las perdidas en la plataforma de corte y en el cabezal de trillado para posteriormente poder determinar las pérdidas totales las cuales fueron: 447.3 kg/ha en la unidad experimental sembrada con maíz hibrido de la variedad Z 8501 y en la unidad experimental sembrada con la variedad hibrida ATL 300 la perdida fue de 285.5 kg/ha.
3. Los costos de producción fueron relativamente iguales en las dos unidades de estudio, con relación a las perdidas en la cosecha mecanizada y los rendimientos de producción la unidad experimental sembrada con maíz hibrido ATL 300 obtuvo una margen de utilidad económica de 9724 bs. con respecto a la unidad experimental sembrada con maíz hibrido Z 8501 que tuvo un margen de utilidad de 8874 bs.

RECOMENDACIONES

- Antes de realizar la cosecha mecanizada se recomienda realizar un análisis de humedad del grano de maíz para poder determinar el momento exacto de cosecha pudiendo de esta manera minimizar las pérdidas por exceso o falta de humedad lo cual puede ocasionar pérdidas significativas.
- En el proceso mecánico de cosecha se recomienda, ajustar las puntas juntadoras en una altura que apenas toque el suelo de manera que las mazorcas cosechadas caigan dentro de la unidad, también debemos considerar la velocidad a la cual avanza la máquina y debemos realizar la cosecha con relación exacta a las líneas sembradas, con respecto a las perdidas obtenidas en el cabezal de trillado se recomiendo tomar en cuenta dos factores muy importantes, la humedad del grano ya que una humedad excesiva ocasiona que los granos se adhieran a la mazorca no pudiendo estos ser desgranados y una humedad muy baja podría ocasionar que el grano se parta, y por otra parte debemos ajustar adecuadamente las zarandas de manera que minimicemos las perdidas en la cosecha mecanizada.
- Se recomienda usar la variedad hibrida de maíz ATL 300 por presentar en el estudio mayores rendimientos con respecto a la variedad hibrida sembrada Z 8501, en general se recomienda usar semilla hibrida de alta cálida genética para de esta forma poder obtener mayor uniformidad en el proceso de producción y así mismo mayores utilidades productivas.