

CAPITULO I

1.- INTRODUCCION

El maíz, *Zea mays* L, es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen.

Hoy día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo.

El maíz es uno de los alimentos básicos más importantes que conoce el ser humano ya que en torno a él se pueden realizar gran cantidad de preparaciones así como también pueden obtenerse de él numerosos productos derivados (por ejemplo, harinas, aceites, etc.).

La importancia del maíz para el ser humano ha sido siempre muy clara. Mientras que en algunas regiones se conocen centenares de especies diferentes de maíz, en la mayor parte del planeta se consumen sólo algunas de estas especies que son las más comunes y los más accesibles a diferentes terrenos y climas.

Todos estos indicadores hacen que el maíz sea un cultivo que debe ser debidamente explotado a fin de alimentar la creciente población mundial; mayores incrementos de producción de alimentos humanos y animales deben provenir de los cereales gruesos, incluyendo el maíz, los cuales tienen ventajas comparativas en ambientes desfavorables. El maíz no ha alcanzado aún el límite de difusión en los ambientes productivos y es el momento oportuno para aprovechar su alto potencial de producción.

1.1.- Presentación y Justificación del Trabajo Dirigido

No debemos confundir los híbridos, que son las plantas que normalmente utilizamos en nuestros modernos cultivos, con las plantas manipuladas genéticamente, hibridar es combinar los mejores caracteres de las variedades progenitoras en una línea pura que se reproduzca idéntica a sí misma.

Cuando cruzamos dos plantas mediante la reproducción sexual, obtenemos lo que le llamamos un híbrido, es decir una F1; para obtener estos híbridos podemos utilizar varias técnicas, como es el castrado de las flores; es decir a un número determinado de plantas le quitamos los estambres, su aparato masculino, por lo que solo permitimos que produzca polen una de las dos especies, con lo que al mantenerlas en un lugar cerrado, aislado del ambiente, nos aseguramos de que todo el polen que haya en el aire, pertenezca a la especie que hemos elegido como macho.

Al obtener un híbrido, este hereda características de ambos parentales, a la vez que expresará caracteres indeseados, de uno o de ambos de los progenitores y puede que incluso características que no expresan ninguno de los dos, es decir fenotipos que no se habían expresado en ninguna de las dos progenitores; esto obliga a realizar una posterior selección; es decir que durante varias generaciones, habrá que eliminar individuos que muestran esas características o fenotipo no deseadas.

“El vigor híbrido” nos viene a describir una característica de los híbridos, que tienen mayor vigor que sus parentales, cosa que se traduce en una mayor producción y mayor resistencia a enfermedades; estas características las ha aprovechado el hombre para favorecer la selección natural, desde los albores de la humanidad.

El cultivo del maíz es uno de los más diversificados en el mundo y ocupado tanto para la alimentación humana como en la alimentación de animales de todo tipo desde aves hasta vacunos de carne o leche, se encuentra a nivel mundial después del trigo y el arroz que cobra gran importancia en la alimentación tanto humana como animal.

En ciertas zonas lecheras, la falta de alimento para el ganado es un aspecto de mucha importancia por lo que se busca otras alternativas como el ensilaje de maíz.

Desde el punto de vista nutritivo el ensilado de maíz es un alimento de un elevado valor energético, bajo valor proteico y bajo contenido en minerales. El contenido en almidón es elevado, no siendo un forraje que aporte un alto contenido en carbohidratos estructurales.

La práctica del ensilaje contrarresta el efecto negativo que provocan los períodos secos en la producción bovina, como es la pobre disponibilidad de forrajes tanto en cantidad como en calidad, creando una disminución en la producción de leche.

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.

Todos estos aspectos son los que justifican la investigación planteada.

1.2.- Características y Objetivos de la institución donde se realizó el trabajo (INIAF)

El instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) es una institución descentralizada de derecho público, con personería jurídica propia, autónoma 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 dialogo de saberes, la participación social, y la gestión de los recursos genéticos de la agro biodiversidad como patrimonio del estado.

El INIAF es referente nacional e internacional en innovación agropecuaria y forestal, con un modelo de gestión fortalecido e institucionalizado, 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 D.S. 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 la 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 del Trabajo Dirigido

El objetivo del trabajo dirigido es posibilitar que el estudiante al culminar sus estudios en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales confronte las competencias (conocimientos, habilidades, destrezas y valores) desarrolladas en su proceso de formación profesional, con las nuevas realidades de las demandas técnicas sociales y económicas del medio.

1.3.1.- Objetivo General

Evaluar 60 híbridos mejorados forrajeros de maíz procedentes del centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMyT) en el Centro Experimental de Chochoca (CECH) mediante la recolección de datos para la determinación de sus características.

1.3.2.- Objetivos Específicos

- Recolectar datos de cada híbrido en el Campo Experimental de Chocloca para conocer las características fenotípicas de estos híbridos.

- Determinar el rendimiento en Tn/Ha de grano de cada híbrido porque este es un factor importante cuando se necesita reproducir el material genético.
- Determinar relación planta-mazorca para conocer la interacción que existe entre estos dos factores.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.- Origen

Según Mendieta (2009), aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. 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 primitos. 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 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.

El mismo autor señala que, entre las varias teorías relacionadas con el origen del maíz, considera la más importante a la teoría del 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 maíz en cuevas en zonas arqueológicas apoya seriamente la posición de que el maíz se habría originado en México.

2.2.- Clasificación Taxonómica

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Monocotiledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Sub. Familia: Panicoideae

Tribu: Maydeae

Nombre científico: *Zea mays* L.

Nombre común: Maiz

(HERBARIO UNIVERSITARIO) 2018

2.3.- Híbridos

2.3.1 ¿Qué es un híbrido?

De acuerdo con Paliwal (s.f.), técnicamente un híbrido 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.

2.3.2.- Hibridación

Según Villarroel (2003), hibridar es combinar los mejores caracteres de las variedades progenitoras en una línea pura que se reproduzca idéntica a sí misma. Si las variedades progenitoras de una cruce son líneas puras, todas las plantas de cada variedad serán homocigóticas e idénticas. Las plantas F1 aun cuando son altamente heterocigóticas,

tendrán genotipos similares y serán exactamente iguales fenotípicamente. La segregación genética empezara en la generación F2 y el grado de heterocigosis se reducirá en una unidad con cada generación de auto fecundación sucesiva. En F2 se requerirá de 1000 a 10000 plantas.

2.3.3.- Procedimiento de selección con la hibridación

En general se usan dos procedimientos de selección después de la hibridación, para escoger entre la progenie segregante los genotipos deseados:

2.3.3.1.- Selección genealógica

En la que se selecciona en la F2, las plantas con la combinación deseada de caracteres y se vuelve a seleccionar en las progenies sucesivas de cada planta seleccionada en las generaciones subsecuentes, hasta lograr la pureza genética (Llanos, 1984).

2.3.3.2.- Selección masal

La selección masal es un método sencillo de mejora genética. Consiste en seleccionar las mejores mazorcas, de las plantas pertenecientes a una población heterocigótica de polinización abierta y que se estiman como más idóneas desde el punto de vista valorado en la selección, y sembrar el conjunto de sus semillas. El proceso se repite durante varias generaciones o ciclos hasta que se obtiene una mejora sustancial en las cualidades consideradas como más valiosas en el plan de mejora. El éxito en la selección masal en el maíz depende fundamentalmente de las características genéticas internas de la población de partida y del buen criterio y precisión en el trabajo del seleccionador. Históricamente, es el primer método usado por el hombre para mejorar el maíz, hay evidencia de que los indígenas americanos venían realizando este tipo de selección antes del descubrimiento colombino (Llanos, 1984).

2.3.3.3.- Selección recurrente

El modo de obtener variedades híbridas en especies alógamas, como en el caso de maíz, consiste en la selección de las mejores plantas en una población heterocigótica, seguida de la autofecundación de sus descendencias para conseguir líneas con suficiente grado de homocigosis en los caracteres seleccionados y, por último, emplear las mejores de estas líneas puras para producir, mediante su cruzamiento, los híbridos de primera generación útiles para su cultivo.

Mediante este sistema, la producción de líneas puras mejoradas que en teoría pueden obtenerse depende de la frecuencia con que en la población heterocigótica de partida se encuentren los genes buscados y del acierto en la selección de las plantas (Llanos, 1984).

2.3.3.4.- Cruza regresiva

Es una forma de hibridación recurrente por medio de la cual se incorpora una característica sobresaliente a otra variedad satisfactoria para otras características. Se seleccionan dos variedades progenitoras y se cruzan entre sí, una de las progenitores es una variedad productiva y adaptada a la que se presta una variedad sobresaliente que se encuentra en la segunda variedad, a partir de F1, el material híbrido se cruza regresivamente varias veces con la variedad bien adaptada, después de cada cruce regresiva, se selecciona materiales que tengan el carácter deseable de la segunda variedad, el progenitor bien adaptado, al cual se le está agregando un carácter deseable, interviene en cada cruce regresiva y se le denomina progenitor recurrente, el progenitor donante del carácter deseado no interviene en las cruces regresivas y se le denomina progenitor no recurrente.

El propósito de la cruce regresiva es recuperar el genotipo del progenitor recurrente, excepto en lo que se refiere a la adición de un gen o genes para el carácter sobresaliente que se le está agregando, como contribución del gen del progenitor no recurrente. El número de cruces regresivas puede variar de uno a ocho según el grado en que se desee recuperar los genes del progenitor recurrente (Villarroel, 2003).

2.3.3.5.- Líneas auto fecundadas

Una línea auto fecundada se produce mediante autofecundación y selección, hasta que se obtienen plantas aparentemente homocigóticas, esto requiere generalmente de cinco a siete generaciones. Como el maíz sufre comúnmente la fecundación cruzada, debe controlarse la polinización en cada generación y los estigmas deben polinizarse aplicando a mano el polen colectado en las propias espigas. Una vez que ha obtenido una línea auto fecundada, se puede conservar ya sea mediante auto fecundación o por cruces fraternales, apareamiento de plantas dentro de la misma línea (Villarroel, 2003).

Según el mismo autor, los híbridos más productivos provienen generalmente de cruces entre las líneas auto fecundadas más fuertes y más vigorosas. La planta original auto fecundada se denomina en general S0 y la progenie obtenida por autofecundación de esta

planta se denomina S1 (primera generación auto fecundada). La segunda generación auto fecundada se denomina S2 y así sucesivamente. Al día siguiente se colecta el polen en la bolsa que cubre la espiga y se la lleva a los estigmas, esto se logra quitando la bolsa que cubre la mazorca para esparcir rápidamente el polen de la bolsa de papel sobre los estigmas.

2.3.3.6.- Cruza simple

Una crusa simple es la descendencia híbrida de dos líneas auto fecundadas, debido a que las líneas auto fecundadas que se utilizan en una crusa simple son probablemente homocigóticas, las plantas de curcas simples son heterocigóticas para todas las pares de genes en que difieren las dos líneas auto fecundadas. Una crusa simple superior recupera vigor y la productividad que se perdió durante el proceso de auto fecundaciones y será más vigorosa y productiva que la variedad progenitora original de polinización libre, de las que se obtuvieron las líneas auto fecundadas. No todas las combinaciones de líneas auto fecundadas producen cruza simples superiores, en realidad las combinaciones de líneas auto fecundadas que producen cruza simples de rendimientos sobresalientes son relativamente raras.

La técnica de cruzamiento para producir semillas de cruza simples no es diferente de la que se utiliza para la obtención de líneas auto fecundadas (Llanos, 1984).

2.3.13.- Polinización en el maíz

La comprensión de los métodos de mejoramiento en el maíz depende del conocimiento de la forma de su polinización y de los efectos de los métodos de polinización sobre la composición genética de la planta de maíz. Las flores estaminadas se producen en la espiga y las flores pistiladas en la mazorca. La polinización se efectúa mediante la caída del polen sobre los estigmas. Aproximadamente el 95% de los óvulos de una mazorca sufren polinización cruzada y el otro 5% es auto polinizado. La mayor parte de polen que poliniza una mazorca de maíz, generalmente proviene de las plantas próximas o de grandes distancias 2 a 5 kilómetros (Villarreal, 2003).

El mismo autor indica, el tallo principal de la planta termina en una espiga que tiene espiguillas estaminadas de dos flores y cada flor con res estambres y los granos de polen desprenden de las anteras así expuestas. El derramamiento de polen inicia uno o tres días antes de que los estigmas hayan emergido en la misma planta y continúa durante varios

días después de que los dichos estigmas se encuentran en condiciones de ser polinizadas. El tiempo caluroso y seco tiende a acelerar el derramamiento de polen. Las mazorcas se originan como ramificaciones en los nudos, aproximadamente a la mitad del tallo, cada mazorca se compone de un tranco del que nacen las espigas y en su extremo la mazorca misma donde se forman las flores pistiladas.

Una sequía severa puede retardar la emergencia de los elotes o marlo, la fertilización del ovulo se afecta generalmente entre 12 y 28 horas después de haber sido polinizados los estigmas. Bajo condiciones favorables el polen puede retener su viabilidad durante 18 o 24 horas, pero se puede morir en unas cuantas horas por calor o desecación. Un viento caluroso y seco puede dañar la espiga en tal forma que no derrame polen o puede reducir la humedad del estigma, de tal manera que los granos de polen no puedan germinar. El maíz que se propaga de semilla que se ha producido bajo condiciones de polinización no controlada, se denomina comúnmente maíz de polinización libre o abierta. Se puede concebir que cada semilla de una mazorca de maíz de polinización cruzada puede tener como progenitor grano polen diferente. Por lo tanto, cada planta es un híbrido diferente con características individuales distintas, por lo cual un campo de maíz de polinización libre es una mezcla de muchos híbridos complejos.

2.3.4.- Heterosis o vigor híbrido

¿Por qué es el maíz híbrido más productivo que las variedades de polinización libre? Los rendimientos de las cruza simples entre líneas apareadas cuidadosamente superan al rendimiento promedio de las líneas auto fecundadas y generalmente dichas cruza dan también mayor rendimiento que las variedades de polinización libre, de las que se derivan las líneas. Se dice que dichas cruza muestran vigor híbrido o heterosis (heterosis es otro nombre para el fenómeno del vigor híbrido), el vigor híbrido puede manifestarse en muchas formas.

La teoría generalmente aceptada explica el vigor híbrido como la interacción de genes dominantes favorables. Esta última explicación se basa en la suposición en el vigor híbrido resulta de la acción de genes dominantes, cada uno de los cuales aporta un pequeño incremento al rendimiento final. Cada línea auto fecundada contiene genes donantes y específicos que afectan el rendimiento. El vigor híbrido se manifiesta si se logra la reunión de dos conjuntos de genes dominantes favorables que se complementen,

además durante el proceso de auto fecundación se eliminan muchos genes recesivos que son nocivos para el rendimiento de la planta (Fernández, 1998).

2.3.5.- Deterioro por fecundación propia del maíz

Sastra (1947), Indica, que se determinó la influencia de la fecundación propia protegiendo cuarenta mazorcas contra la fecundación extraña, y tan pronto como la planta principio a soltar su polen recogiese este para aplicarlo a los vellos, operación que se practicó cuatro días seguidos. La primera figura se muestra la clase de mazorcas producidas. Notase que el polen se obtiene a menudo y que los vellos de la planta que lo produce están en estado receptivo el suficiente tiempo para facilitar la fecundación propia en toda la mazorca. Con frecuente aplicación del polen fecundaron se todos los vellos produciendo buenas mazorcas, salvo que esta eran mucho más cortas que de costumbre. Al año siguiente sembraronse estas mismas mazorcas; la segunda figura muestra el deterioro en el vigor de las plantas. Para saber la importancia del daño, con motivo del mucho manejo que recibió este maíz, cubrieronse los demás vellos, pero en vez de aplicarles polen de sus propias plantas se utilizó el de las otra. Ambas clases de maíz recibieron iguales aplicaciones de polen para que el daño, como consecuencia del mucho manejo, fuera idéntico en ambas. El grabado muestra que el maíz de polinización extraña producido en la parcela testigo, observándose que las mazorcas cruzadas son más grandes y simétricas que las no cruzadas.

De este ensayo y de lo que se sabía ya acerca de la durabilidad del polen y de los vellos se estableció que la fecundación propia es causa primordial del deterioro del maíz. Si bien esto es un hecho, también el limitado tiempo en que aparece el polen hace probable el deterioro por causa de la imperfecta fecundación.

2.3.6.- Producción de semilla híbrida

Según Villarroel (2003), la producción comercial de semilla híbrida involucra:

- a) La conservación y multiplicación de líneas auto fecundadas.
- b) La producción de semilla de cruza simple.
- c) La producción de semilla de cruza dobles.
- d) Manipulación y preparación de semilla híbrida.

Las poblaciones básicas de las líneas auto fecundadas se conservan por medio de polinización a mano para evitar la contaminación por cruzamientos extraños, la semilla de las líneas auto fecundadas que se utilizan en la producción comercial de semilla de cruza simples, generalmente se multiplica en un campo aislado, en el que se permite la polinización libre dentro de la propia línea, se requieren por lo tanto, cuatro campos aislada separadamente para producir las cuatro líneas auto fecundada necesarias para un híbrido de cruza doble. No es aconsejable el uso de semillas de líneas auto fecundadas en las que se ha permitido la polinización libre y que se hayan producido sin polinización controlada por más de dos generaciones, debido al temor de contaminación con polen extraño. Se necesitan también dos campos aislados para la producción de las semillas de cruza simples y uno más para la producción de semilla de cruza doble, ósea un total de siete campos aislados. En los campos de producción de semilla es indispensable un aislamiento adecuado para evitar contaminación por polen extraño.

2.3.7.- Ventajas y desventajas del uso de híbridos de maíz

Según Castañedo (1990), entre las ventajas de los híbridos, en relación con las variedades criollas y las sintéticas, se pueden citar las siguientes: mayor producción de grano, uniformidad en floración, altura de planta y maduración, plantas más cortas pero vigorosas, que resisten el acame y rotura, mayor sanidad de mazorca y grano; en general, mayor precocidad y desarrollo inicial.

Entre las desventajas el mismo autor señala: reducida área de adaptación, tanto en tiempo como espacio (alta interacción genotipo-ambiente); escasa variabilidad genética que lo hace vulnerable a las epifitas; necesidad de obtener semillas para cada siembra y su alto costo; necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar su potencialidad genética; bajo rendimiento de forraje y rastrojo.

2.3.8.- Los fines de la mejora genética del maíz

2.3.8.1.- Mejora de la precocidad

La mejora de la precocidad de las variedades de maíz ha sido un antiguo objetivo perseguido en los planes de mejora genética. Su importancia actual se pone de manifiesto considerando la necesidad de ahorro de energía en el secado del grano por la carestía creciente de los combustibles utilizados. Reducir en unos días el ciclo significa poder

cosechar el grano con menor contenido de humedad y obtener un sustancial ahorro de energía en el secado (Llanos, 1984).

2.3.8.2.-Tolerancia a las altas temperaturas y a la sequía

Ya se vio al tratar de los periodos críticos lo perjudicial que resulta para la producción una falta de humedad y una alta temperatura, en coincidencia o por secado, en tales momentos. Se sabe que la tolerancia a la sequía es un carácter heredable. El desarrollo de un programa de mejora varietal para este carácter debe basarse en el conocimiento de mecanismo por el cual se transmite. Se ha demostrado que la tolerancia a la sequía de los tipos de maíz dulce se produce según el modelo de dominancia parcial o casi completa, gobernada por un mínimo de tres pares de genes, si bien en algunas familias de plantas puede estar segregando un solo gen mayor (Huici, 2010).

2.3.8.3.- La resistencia a plagas y enfermedades

El maíz es un cultivo que es atacado por numerosos plagas y enfermedades, cuyos daños resultan de un costo elevado para el agricultor. El empleo de variedades genéticamente mejoradas para controlar estas adversidades producidas por organismos parásitos, resulta a la larga el medio más seguro y económico de mejorar la producción y reducir los costos. Los mecanismos internos de las plantas, para hacer frente a este tipo de adversidades, son muy variados, en primer lugar, existen diversos grados de resistencia, que van desde la falta absoluta (susceptibilidad) hasta la resistencia total (inmunidad), pasando por la tolerancia, que permite a la planta continuar su ciclo más o menos afectado en su resultado final por la acción del parásito (Llanos, 1984).

2.4.- Morfología de la planta de maíz

De acuerdo con Paliwal (s.f.), las características morfológicas del maíz son:

Cuadro 1. Características morfológicas del maíz según Paliwal:

Aspecto de la planta	Maíz
Hábito	Anual
Multiplicación	Por semillas
Sistema radicular	Estacional
Sistema caulinar	Tallo principal, pocos macollos
Hojas	Anchas
Inflorescencia lateral	Femenina
Inflorescencia terminal	Masculina, grande y dominante
Espiguillas femeninas	Apareadas
Espiguillas masculinas	Apareadas
Mazorca	Muchas filas, cubierta
Fruto	Desnudo, no dehiscente
Reproducción	Sexual
Semilla	Sin latencia

La estructura de la planta está constituida por una raíz fibrosa y un tallo erecto de diversos tamaños de acuerdo al cultivo con hojas lanceoladas dispuestos y encajados en el tallo es una panoja que contiene la flor masculina, ya que la femenina se encuentra a un nivel inferior y es la que da origen a la mazorca. La planta puede alcanzar alturas de 2,50- 3 mts, según el cultivo y las condiciones de explotación (Yaracelis, 2011)

2.4.1.- 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 (Yusmaira, 2011).

2.4.2.- 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 (Huici ,2010).

2.4.3.- 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 (Rojas, 2010).

2.4.4.- Inflorescencia

Según Yusmaira (2011), 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.

2.4.5.- 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 (Mendieta, 2009).

2.5.- Plagas y enfermedades del 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 (Bartolini, 1990).

2.5.1.- Plagas del maíz

2.5.1.1.- Gusano gris (*Agrotis Segetum*, *Agrotis ipsilon*)

El gusano gris son larvas de diversas mariposas que forman parte de los Noctuidos. Presentan un tamaño de entre 4 y 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 % (Fuente: <http://www.agromaticas.es>).

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

El pulgón del maíz vive en numerosas familias sobre las raíces de las plantas, principalmente en el punto de donde nace el sistema radicular. Cuando sale el huevo es áptero y adquiere rudimentos de alas después de varias transformaciones. En su primer estado presenta una subida coloración negra azulada, su abdomen, muy abultado, se termina por tres puntas cortas, las antenas son largas y afiladas, cuando ya le han salido alas, su cuerpo es más delgado, grisáceo y lleva sobre el dorso cuatro rayas negras transversales. Las plantas atacadas por este pulgón se marchitan y mueren (Sastra, 1947).

2.5.1.3.- Taladro del maíz (*Sesamia nonagrioides*)

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) (Fuente: <http://www.agromaticas.es>).

2.5.1.4.- 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 observan perforaciones uniformes (Sastra, 1947).

2.5.2.-Enfermedades del maíz

2.5.2.1.- Roya del maíz (*Puccinia sorghi*)

La roya del maíz está extendida prácticamente por todo el mundo. Suele aparecer cuando el maíz se acerca a la floración. La enfermedad de la roya se inicia en las hojas con una coloración amarilla visible en ambos lados de la hoja (haz y envés), que con el tiempo, se tornan de color rojizo-negruzco. Es reconocible debido a que alrededor de esta mancha se forma un círculo o halo de color verde o amarillo. La enfermedad se acrecenta en cañas de seis meses de edad, en planta común y en retoños.

El tratamiento contra la roya se basa más en evitar la entrada de la enfermedad que la cura, debido a que la mayoría de fungicidas son ineficaces. Es recomendable la búsqueda de variedades resistentes a la enfermedad (INTA, 1980).

2.5.2.2.- Carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*)

Esta enfermedad provoca daños de forma sistémica, lo cual quiere decir que el hongo entra en las plántulas y se desarrolla internamente sin mostrar síntomas visibles o reconocibles hasta que el maíz se encuentre en fase de floración y producción de estigmas. La identificación de la enfermedad consiste en la inspección de las espigas. Éstas se deforman y crecen de forma excesiva, formándose masas negras en lugar de mazorcas.

El tratamiento para el carbón de la espiga consiste en la aplicación de fungicidas (carboxín, 130-260 cc, etc.) (Fuente: <http://www.agromaticas.es>).

2.5.2.3.- Pudrición de tallo por antracnosis (*Glomerella graminicola*)

Este tipo de enfermedades causada por estos dos agentes causa pudrición en el tallo y tizón en la hoja. Sobre la planta de maíz se manifiesta lesiones de color oscuro y alargadas, que van tornándose negras. La planta sufre marchitamiento prematuro y desgarramiento de los haces vasculares, adquiriendo tonos oscuros (Sastra, 1947).

2.6.- Control químico

Hoy en día esta táctica de control es la más utilizada y difundida en el mundo. El Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas de la FAO (1976) define a un plaguicida como:

“cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de animales, las especies de plantas o animales indeseables que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos”

2.6.1.- Plaguicidas según su destino

Huici (2010), indica que los plaguicidas según su destino se clasifican en:

Cuadro 2. Clasificación de los plaguicidas según su destino:

Insecticidas	Para el control de insectos
Fungicidas	Para el control de hongos
Acaricidas	Para el control de ácaros
Herbicidas	Para el control de malezas
Molusquicidas	Para el control de moluscos
Nematicidas	Para el control de nematodos
Ovicidas	Para el control de huevos de insectos y ácaros
Rodenticidas	Para el control de roedores
Reguladores de crecimiento	Modifica el desarrollo fisiológico del organismos

2.6.2.- Plaguicidas según el grado de toxicidad

Huici (2010), indica que los plaguicidas según el grado de toxicidad se clasifican en:

Cuadro 3. Clasificación de los plaguicidas según el grado de toxicidad:

El color de la etiqueta es	Su peligrosidad es
Rojo	1a. Extremadamente toxico
Rojo	2b. Altamente toxico
Amarillo	2. Moderadamente toxico
Azul	3. Ligeramente toxico
Verde	4. Menos toxico (precaución)

2.7.- Suelos aptos para el maíz

Según Aitken (1987), aunque se pueden aprovechar suelos de toda clase, prefiere para tener buenos rendimientos, suelos francos y ricos en materia orgánica, buen drenaje.

2.7.1.- Preparación del terreno en el maíz

Aradas profundas, buena preparación de la cama para la semilla, uso de herbicidas pre-emergentes. Aprovechar la humedad del terreno antes de la primavera, calcular bien la

época de siembra, lo anterior para mecanizado. Para chequeado hacerlo en época más seca del año y mullir bien el terreno (Aitken, 1987).

2.8.- Fertilización orgánica del cultivo maíz

De los nutrientes esenciales que necesita el maíz, el nitrógeno generalmente, escasea en los suelos del área maicera típica. Un cultivo de maíz que produce 7000 Kg/ha de grano, habrá consumido cerca de 150 kg/ha de nitrógeno. De ese total, las dos terceras partes son extraídas con la cosecha del grano y el tercio restante vuelve al suelo a través de los restos de tallo y raíces. Respecto al fosforo, en la zona maicera típica los suelos pardos o negros generalmente no presentan deficiencias, sin embargo, cuando la planta es pequeña de 2 a 4 hojas, es común observar síntomas de su deficiencia. En áreas de suelos con deficiencias de fosforo, dosis de 40 a 50 kg de anhídrido fosfórico (P₂O₅) han producidos resultados satisfactorios (INTA, 1980).

Papadakis (1984), indica que uno de los avances científicos que mayor repercusión tuvieron sobre la vida de la humanidad es el descubrimiento de la nutrición mineral de la plantas. Anteriormente se creía, que las plantas se nutrían de las sustancias orgánicas, que contiene el estiércol. El descubrimiento que las plantas se nutren de elementos como el nitrógeno, que abunda en la naturaleza, cambio totalmente el panorama, e hizo posible aumentar varias veces el rendimiento.

2.8.1.- Nitrógeno en el maíz

El nitrógeno influye en el rendimiento y también en la calidad, pues de él depende el contenido en proteínas del grano. La absorción del nitrógeno tiene lugar, especialmente, en las cinco semanas que transcurren desde diez días antes de la floración hasta veinticinco o treinta días después de ella, durante estas cinco semanas la planta extrae el 75% de sus necesidades totales. La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar así como el tipo de textura del suelo, la cantidad aplicada va desde 20 a 30 kg de nitrógeno por hectárea, un déficit de nitrógeno puede afectar en la calidad del cultivo. Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo el nervio (Mendieta, 2009).

2.8.2.- Fosforo en el maíz

El ácido fosfórico favorece la fecundación y el buen desarrollo del grano. Favorece también el desarrollo de las raíces, en una carencia de fosforo, los pistilos emergen muy lentamente, lo que origina fecundaciones que dan mazorcas irregulares y que suelen tener carreras de granos rudimentarios. La absorción del fosfórico por la planta es importante en las proximidades de la floración y continua durante tres meses, las cinco semanas de necesidades máximas de nitrógeno coinciden con las de fosforo, sus dosis depende igualmente del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El fosforo da vigor a las raíces, su déficit afecta a la fecundación y el grano no se desarrolla bien. A medida que pasa el tiempo, el fosforo en esos compuestos recién formados se adhiere más firmemente, el mejor pH para la solubilidad del fosforo esta entre 5.5 y 7.0 (INTA, 1980).

2.8.3.- Potasio en el maíz

Cuando hay una deficiencia de potasio, se forman entrenudos cortos y tallos delgados con hojas relativamente largas. Empezando en las hojas más viejas, aparecen clorosis rayadas desde la punta de las hojas que se extienden a lo largo del borde de las hojas. El maíz necesita las dos terceras partes de la potasa durante el mes que transcurre desde quince días antes hasta quince días después de la floración, debido a su alto contenido salino, los fertilizantes potásicos no deberían ser colocados muy cerca de la semilla (Papadakis, 1984)

2.9.- Síntomas de problemas del cultivo de maíz

Cuadro 4. Síntomas ante deficiencias de elementos nutritivos

Problema	Síntomas
Deficiencia de nitrógeno	Hojas viejas amarillas hasta cayendo, plantas pequeñas y débiles, mal rendimiento, mazorcas pequeñas sin llenar la punta.
Deficiencia de fosforo	Plantas con color verde oscuro, hojas con un color morado por el margen de la hoja, mazorcas con la punta sin llenar y doblada.
Deficiencia de potasio	Un color verde pálido por la punta y márgenes de la hoja, plantas que caen fácil, plantas que presentan más problemas con enfermedades.
Deficiencia de azufre	Hojas amarillas pero por la parte superior de la planta.
Deficiencia de hierro o exceso de calcio	Clorosis hasta color blanco entre las nervaduras de las hojas nuevas de la planta.
Deficiencia de zinc	Clorosis hasta color blanco entre las nervaduras de las hojas, bandas cloróticas de cada lado de la nervadura central de la hoja.
Mala preparación del suelo	Sistema radicular de poca profundidad.
Sequia	Sistema radicular de poca profundidad, mazorcas con partes sin granos.

Fuente: Mendieta, 2009.

2.10.- Otros aspectos relevantes en la fertilización

En suelos arenosos y/o ácidos de regiones húmedas se pueden presentar deficiencias de elementos como el calcio, el magnesio y en menor grado, el azufre. Por otra parte, los mayores problemas de microelementos se relacionan con deficiencias de hierro y zinc en suelos de pH alto, y de cobre en algunos suelos orgánicos.

Es importante señalar que la cantidad y el tipo de fertilizante a aplicar deben basarse en el análisis previo del suelo. En forma general, la mayor eficiencia en la utilización de elementos nutritivos por el maíz se obtiene en suelos profundos, de buen drenaje y

aireación, adecuada retención de agua, pH cercano a la neutralidad y ausencia relativa de sales (Dunja, 2000).

2.10.1.- Cosecha y pos cosecha

Según Aitken (1987), la mayor parte de los agricultores que producen maíz en los países en desarrollo disponen de buena parte de su tiempo y de sus esfuerzos tanto para preservar el grano de maíz que destinan a su alimentación básica como las semillas que habitualmente plantan en un año tras otro. Los agricultores tradicionalmente siguen a su modo varias operaciones recomendadas de manejo pos cosecha que incluye:

2.10.2.- Madurez del grano

Generalmente el mejor momento para cosechar es algo después de que el grano alcance su punto de madurez fisiológica, es decir, al reducir su contenido en humedad por debajo del 30%. Cuando la humedad en el grano es de un 25%, poco más o menos, se ve brillante y se ha hecho duro, de forma que no se puede aplastar apretándolos entre las uñas de los dedos pulgares. Las hojas y las espigas se han vuelto amarillas y estas últimas, en sus tres cuartas partes aproximadamente, están secas y aparecen relativamente abiertas, dejando alrededor de la mazorca alguna holgura (Llanos, 1984).

2.10.3.- Recojo o 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, 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 sería antieconómico reducir artificialmente el contenido de humedad a niveles aceptables del 10-12%. Por lo tanto, la cosecha normalmente se demora hasta que la humedad del grano ha llegado a por lo menos 20-25% (Sastra, 1947).

2.10.4.- El Secado

Desde el comienzo de la civilización, el secado natural se empleó para acondicionar los cereales, el secado sirve para reducir a un nivel aceptable la humedad del grano para que pueda almacenarse y comercializarse. Se pierde el 4.5 % del grano por daño y respiración durante el almacenamiento, y los insectos ocasionan una pérdida adicional del 1-3%, las pérdidas durante el almacenamiento (cambios químicos, respiración y calentamiento,

desarrollo de microorganismos e insectos) pueden eliminarse casi por completo a causa del secado y aireación, ya que están relacionadas con la humedad y temperatura del grano almacenado (Gonzales, 1995)

Cuadro 5. Comportamiento de la semilla y ocurrencia de estrés según Mendieta:

(%)	Comportamiento de la semilla y ocurrencia de estrés
>45-60	La semilla germina
>18-20	Puede ocurrir calentamiento
>14-20	Los mohos crecen sobre y dentro la semilla
<9-8	Escasa o ninguna actividad de insectos
<8-4	Almacenamiento hermético es más seguro

Fuente: Mendieta, 2009.

2.10.5.- El desgranado

Es una operación delicada, si no es hecha correctamente puede dañar la semilla y el germen o romper el endosperma. El desgranado debe ser hecho cuando las semillas tiene de 12 a 14% de humedad y el riesgo de dañar los granos aumenta con el contenido de humedad, el desgranado se puede realizar de manera manual o mecánica (INTA, 1980).

2.10.6.- El almacenamiento

Según Mendieta (2009), para tener condiciones de almacenamiento adecuadas se recomienda seguir las siguientes reglas básicas:

- Secar el grano a 12-13% de contenido de humedad antes del almacenamiento.
- Limpiar cuidadosamente todo el granero quitando restos de grano, paja, insectos, polvo, etc., antes de poner el nuevo grano.
- Mantener el grano fresco y protegido de cambios importantes de la temperatura exterior; esto se puede obtener construyendo el granero con materiales aislantes y erigiendo la construcción en un lugar sombreado y pintándola de blanco.
- Usar insecticidas protectores del grano para mantener los granos libres de insectos.
- Hacer los graneros a prueba de roedores, por ejemplo sobre postes y protegiéndolos con conos de metal para que aquellos no puedan trepar.

- El granero debe ser impermeable; se debe construir con materiales repelentes de agua, sobre todo para los casos de abundantes lluvias y en los que el agua no filtre; también se debe colocar en lugares altos, a salvo de inundaciones.

2.11.- Propiedades del maíz

El grano de maíz en su estado normal contiene de 14 a 15% de agua y se compone de la envoltura, la parte cornea, la amilácea y la parte grasa que cubren el germen. Desecado completamente, contiene según un análisis: almidón 67.55%, materias azoadas 12.50%, materias grasas 8.80%, dextrina 4.00%, celulosa 5.90% y materias minerales 1.25%. Naturalmente que esta proporción es solo relativa, por cuanto puede variar según el clima, el terreno y la variedad de maíz que se analice (Sastra, 1947).

Según Llanos (1984), El maíz es rico además en vitamina B1 o tiamina como también se le conoce. Además contiene vitamina B7 o biotina y vitamina A o retinol. Reducida a un esquema, contiene alrededor de una 10% de sustancias nitrogenadas; entre el 60 y el 70% de almidón y azúcares; y del 4 al 8% de materias grasas, el resto hasta 100 partes es agua, celulosa, sustancias minerales, etc. Entre las materias nitrogenadas, se encuentra la zeína, la edestina (una globulina), la maisina (en tres formas: a, b, g) etc.

2.12.- Exigencias del cultivo

2.12.1.- 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 (Fernández, 1988).

2.12.2.- Humedad

Las fuertes necesidades de agua del maíz condicionan también el área del cultivo. Las mayores necesidades corresponden a la época de la floración, comenzando 15 o 20 días antes de ésta, período crítico de necesidades de agua (*Aitken, 1987*).

2.12.3.- Suelo

El maíz se adapta a muy diferentes suelos. Prefiere pH comprendido entre 6 y 7, pero se adapta a condiciones de pH más bajo y más elevado, e incluso se da en terrenos calizos, siempre que el exceso de cal no implique el bloqueo de microelementos (*Aitken, 1987*).

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1.- Descripción sistematizada del desarrollo del trabajo dirigido

El trabajo se ejecutó en el centro experimental de 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 coordenada 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 Ruiz (1998), los suelos dominantes del CECH, forman parte de 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.- Recolección de datos en campo

Gran parte de los datos que se consiguieron en el transcurso de este trabajo fueron obtenidos mediante actividades de campo, siendo necesarias frecuentes visitas al campo experimental, realizadas en el tiempo adecuado según era requerido, tomando en cuenta el tipo de información que se deseaba obtener.

3.1.2.- Obtención de datos en laboratorio

En etapas finales ya pasada la cosecha y obtenido el grano de todos los híbridos, fue necesario llevar el material obtenido a un laboratorio para la obtención de la humedad y se utilizó el laboratorio de suelos que se encuentra ubicado en el campus universitario.

3.2.- Métodos, técnicas y materiales empleados en el trabajo dirigido

3.2.1.- Métodos y técnicas

3.2.1.1.- Siembra

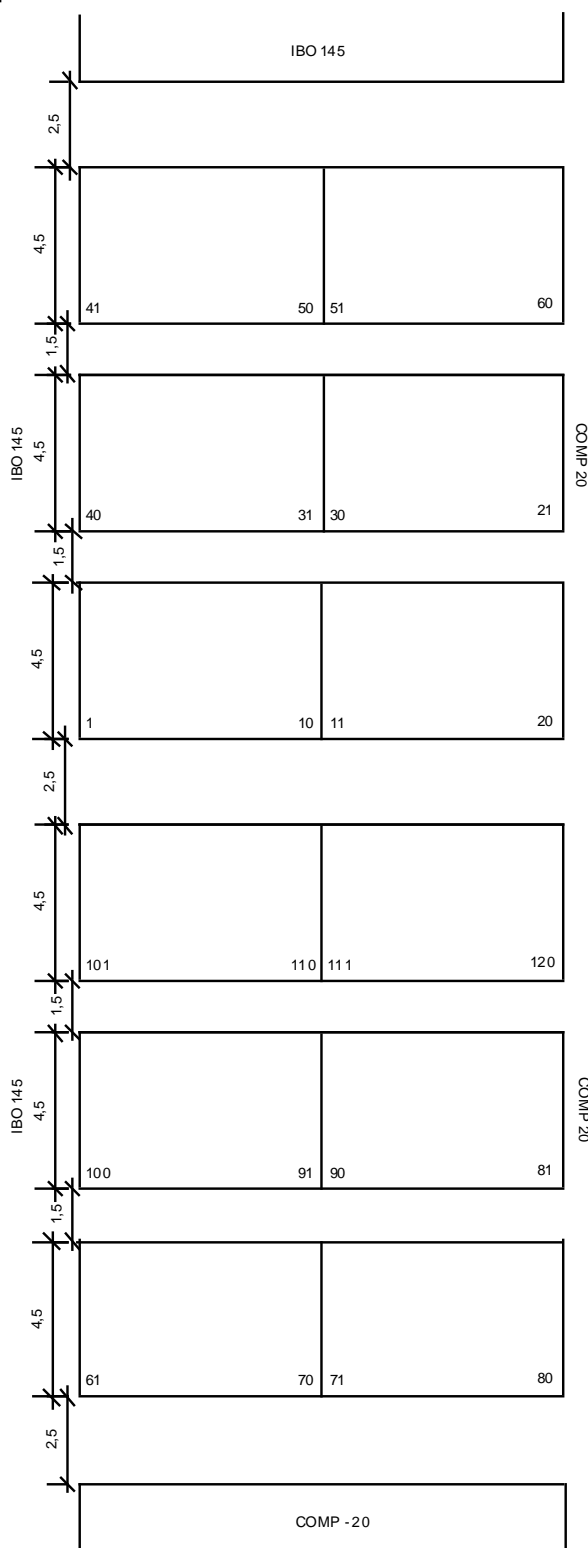
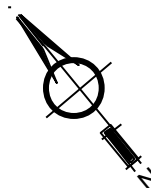
Una vez que se contaba con el material genético a disposición, se llevó a cabo la siembra, que fue realizada el 05/01/15. Se contaba con 60 híbridos y se los sembró en 3 bloques de 20 híbridos cada uno y con 2 repeticiones, la distancia entre planta y planta fue de 0.35 m. y entre surco y surco de 0.70 m.

Cuadro 6. Características del piquete o golpe

N° de golpes por surco	14
Distancia entre surcos	0,70
Distancia entre golpe	0,35
Largo del surco	4,55
N° de semillas por golpe	2
N° de semillas x surco	28

Se contó con 2 testigos que son el IBO 145 y el COMPUESTO-20, ubicados en los bordes de los bloques, se pueden observar más detalles en la siguiente imagen

ENSAYO MAIZ HIBRIDOS - CIMMyT



3.2.1.2.- Altura de la planta

Se seleccionaron 5 plantas al azar, se midió la distancia desde la base de la planta hasta el punto donde comienza a dividirse la espiga (panoja). También puede estimar esta distancia en cada parcela utilizando una vara de medir. Los datos recolectados de la altura de la planta fueron registrados en centímetros.

3.2.1.3.- Altura de la mazorca

En las mismas 5 plantas cuyas alturas se midió, se determinó la distancia en centímetros desde la base de la planta hasta el nudo con la mazorca más alta. También aquí se debe estimar esta distancia en cada parcela. La altura de la planta y la altura de la mazorca se pueden medir en cualquier momento entre las 2 o 3 semanas posteriores a la floración o inmediatamente antes de la cosecha, según el calendario de trabajo pero en este caso se tomó estos datos después de la floración.

3.2.1.4.- Cobertura de mazorca

Se registró el número de mazorcas de cada parcela, que antes de la cosecha tengan expuesta alguna parte de la mazorca. Se calificó la cobertura de mazorca en los materiales de cada parcela según una escala del 1-5, descrita de acuerdo al manual donde 1 es excelente y 5 completamente inaceptable. Se calificó esta característica de los materiales cuando las mazorcas estaban completamente desarrolladas y se estén secando las brácteas. La mejor época es de 1-3 semanas antes de la cosecha.

Cuadro 7. Escala de calificación de cobertura de la mazorca

Escala de calificación	Coberturas por las brácteas
1.- Excelente	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
2.- Regular	Cubren apretadamente la punta de la mazorca.
3.- Punta expuesta	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta.
4.- Grano expuesto	Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta.
5.- Inaceptable	Cobertura deficiente; la punta está claramente expuesta.

Fuente: CIMMyT, 1985

3.2.1.5.- Pudrición de mazorca

En cada parcela, se calificó la incidencia de pudriciones de mazorca y de grano causadas por *Diplodia* spp., *Fusarium* spp. O *Gibberella* spp., según una escala de 1 a 5, de la siguiente manera:

1= 0% de granos infectados

2= 10% de granos infectados

3= 20% de granos infectados

4= 30% de granos infectados

5= 40% o más de granos infectados

3.2.1.6.- Número de plantas cosechadas

Hay que anotar el número de plantas cosechadas en cada parcela, sin importar que la planta tenga una mazorca, dos mazorcas o ninguna.

3.2.1.7.- Numero de mazorcas cosechadas

Se registró la cantidad de mazorcas cosechadas, excluyendo las mazorcas secundarias que fueron muy pequeñas (malotes).

3.2.1.8.- Relación planta-mazorca

La relación planta-mazorca se la obtuvo de la división del número de mazorcas cosechadas y del número de plantas cosechadas.

3.2.1.9.- Peso de campo

Después de cosechar todas las plantas en el surco, se registró en kilogramos con un lugar decimal el peso de campo de las mazorcas con olotes. Se demoró la cosecha del maíz hasta que su contenido de humedad sea bajo (15-25%). Esto permitirá la expresión de las diferencias de las familias en cuanto a pudriciones de la mazorca. Además, cuando el contenido de humedad es bajo, el grano es más fácil de desgranar.

3.2.1.10.- Porcentaje de humedad

Para obtener el porcentaje de humedad se tomaron muestras de todos los híbridos, se las pesó y luego se las ingresó a la estufa secadora que está a 105°C durante 24 horas y con la siguiente fórmula se obtiene el porcentaje.

Para la obtención del porcentaje de humedad se utilizó la siguiente fórmula:

$$u = \frac{m_{\text{hum}} - m_{\text{seco}}}{m_{\text{hum}}} \times 100$$

Dónde:

u= Porcentaje de Humedad

m_{hum}= Peso muestra Húmeda

m_{seco}= Peso muestra Seca

3.2.1.11.- Rendimiento de grano

Los pesos de campo obtenidos, fueron ajustados tomando en cuenta el número de plantas cosechadas, llevando a una humedad de 13%, también excluyendo el porcentaje de desgrane y la humedad a la cosecha, finalmente así registrando el rendimiento en kilogramos por hectárea, citado por Claure (1980).

Se desgrana y toma el peso solo del grano, excluyendo el marlo, estos datos fueron expresados en kilogramos, luego se calculó el área sobre el cual se encuentra sembrado el maíz para poder obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea.

Para la obtención de la superficie en la cual fue sembrado cada híbrido de maíz se calcula de acuerdo a las distancias de largo del surco y distancia entre surco a surco:

Largo del surco: $4.55\text{m} + (0.35\text{cm por el efecto de borde}) = 4.90\text{m}$

Distancia entre surco y surco: 0.70m

Superficie = $4.90\text{m} \times 0.70\text{m} = 3.43 \text{ m}^2$

El rendimiento de grano del híbrido CML 245/CHYE358 fue 4.4kg, que fue obtenido sobre una superficie de 3.43 m², y usando la regla simple de 3 se lleva este dato a kilogramos/hectárea.

4.4kg-----3.43m²

X-----10000m²

X= 12795.23 Kg/ha.

El rendimiento del híbrido CML 245/CHYE358 sería **12795.23 Kg/ha.**

3.2.2.- Descripción de los Testigos (características agronómicas)

3.2.2.1.- Variedad IBO 145

Cuadro 8. Características agronómicas de la 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

3.2.2.2.- Variedad Compuesto 20

Es una variedad de alto rendimiento en grano, sirve también para la elaboración de chicha y mote, además tiene muy buena tolerancia a enfermedades fúngicas.

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 forma de 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.

3.2.3.- Materiales

3.2.3.1.- Materiales de campo

- Herramientas menores (azadón, pala)
- Transporte
- Equipo de campo (arado, rastra, yunta)
- Material de escritorio (libreta de campo, formularios, computadora)
- Equipos menores (cámara fotográfica, flexo metro, wincha métrica, romana)
- Equipos auxiliares (estacas, combo)
- Manual o texto de consulta de campo

3.2.3.2.- Materiales de laboratorio

- Estufa de secado memmert
- Vasos de precipitación
- Pinzas
- Balanza

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1.- Presentación de la información recabada en la parcela 1

Cuadro 9. Registro de campo obtenido en la **Repetición 1** (1-30)

Linea	Genealogia	Alt Plant (cm)	Alt Maz (cm)	NO Cob Maz	NO Maz Pud	NO Plant Csch	NO maz Csch	Rel. Pl/mz	Peso Camp Kg	% de Hum	Ren Gran Kg/ha
1	CML 245/CHYE358	232	113	3	3	14	13	0,95	5,4	13	7660,30
2	CML 245/CHYE416	243	110	4	2	14	12	0,86	6,1	13	8102,08
3	CML 245/CHYE374	244	110	4	2	14	13	0,90	5,7	13	7252,78
4	CML 245/CHYE398	230	111	4	1	14	13	0,94	5,1	13	7506,11
5	Local Check 1	278	115	2	1	14	12	0,82	4,6	13	5822,51
6	CML 245/CHYE514	230	118	4	2	14	11	0,76	3,1	13	5460,49
7	CML 245/CHYE506	238	123	2	1	14	11	0,79	4,5	13	5614,58
8	CML 245/CHYE536	220	117	3	3	14	9	0,63	3,6	13	4061,45
9	CML 245/CHYE380	226	108	4	3	14	16	1,11	5,7	13	6694,80
10	CML 245/CHYE492	242	133	4	2	14	11	0,76	4,5	13	6708,12
11	CML 245/CHYE480	232	117	3	2	14	11	0,81	4,6	13	8945,33
12	CML 245/CHYE504	256	130	3	2	14	10	0,71	4,5	13	5776,44
13	CML 245/CHYE496	246	110	3	1	14	11	0,78	3,8	13	4325,64
14	CML 245/CHYE426	219	110	4	2	14	13	0,89	5	13	6627,93
15	CML 245/CHYE408	227	109	3	2	14	11	0,75	4,2	13	4761,90
16	CML 245/CHYE528	209	113	2	1	14	8	0,56	2,9	13	4317,81
17	CML 245/CHYE366	234	120	3	3	14	8	0,56	2,8	13	3605,80
18	CML 245/CHYE396	205	97	3	3	14	13	0,90	6,5	13	7266,95
19	CML 245/CHYE362	206	101	3	2	14	16	1,16	6,6	13	8418,73
20	CML 245/CHYE488	222	112	3	2	14	18	1,26	7,3	13	8162,25
21	CML 245/CHYE532	183	89	4	2	14	18	1,32	5,7	13	8895,25
22	CML 245/CHYE402	191	102	4	1	14	14	1,00	4	13	6809,81
23	CML 245/CHYE530	192	100	3	2	14	15	1,05	4,5	13	5710,47
24	CML 245/CHYE460	200	104	2	2	14	13	0,89	3,7	13	5112,64
25	CML 245/CHYE368	191	94	3	1	14	13	0,90	4,2	13	5047,24
26	CML 245/CHYE386	189	93	3	2	14	13	0,94	4,3	13	6364,04
27	CML 245/CHYE500	217	115	2	1	14	11	0,75	3,5	13	4107,99
28	CML 245/CHYE452	202	103	3	1	14	14	1,00	4,3	13	7072,85
29	CML 245/CHYE448	230	107	3	1	14	13	0,90	4,8	13	5958,69
30	CML 245/CHYE462	216	106	4	1	14	15	1,10	6,7	13	9765,56

Cuadro 10. Registro de campo obtenido en la **Repetición 1** (31-60)

Linea	Genealogia	Alt Plant (cm)	Alt Maz (cm)	NO Cob Maz	NO Maz Pud	NO Plant Csch	NO maz Csch	Rel. Pl/mz	Peso Camp Kg	% de Hum	Ren Gran Kg/ha
31	CML 245/CHYE446	228	117	3	2	14	13	0,91	3,1	13	6688,92
32	CML 245/CHYE454	228	109	3	1	14	15	1,05	5,6	13	6183,61
33	CML 245/CHYE456	243	122	2	1	14	13	0,94	4,6	13	6687,32
34	CML 245/CHYE438	225	118	4	2	14	15	1,11	6,3	13	7891,84
35	CML 245/CHYE474	226	120	3	2	14	11	0,8	4,3	13	5867,63
36	CML 245/CHYE458	233	110	4	2	14	11	0,78	4,5	13	5867,01
37	CML 245/CHYE472	232	128	4	2	14	12	0,88	4,3	13	6472,63
38	CML 245/CHYE490	218	121	3	2	14	11	0,76	5,9	13	6922,88
39	CML 245/CHYE370	221	112	3	4	14	15	1,08	4,8	13	9542,38
40	CML 245/CHYE498	240	123	4	2	14	12	0,83	4,5	13	5433,82
41	CML 245/CHYE502	226	117	2	1	14	16	1,15	5,4	13	7491
42	CML 245/CHYE518	221	125	4	3	14	14	1	4	13	7329,85
43	Local Check 3	235	123	3	2	14	13	0,95	4,8	13	5481,57
44	CML 245/CHYE418	236	126	3	3	14	13	0,95	4,6	13	6105,12
45	Local Check 2	232	120	3	2	14	14	1	4,8	13	5501,52
46	CML 245/CHYE428	227	127	2	2	14	19	1,38	5,4	13	8233,64
47	CML 245/CHYE400	223	123	3	1	14	13	0,93	4,3	13	7383,92
48	CML 245/CHYE430	228	129	3	2	14	15	1,07	4,1	13	6766,97
49	CML 245/CHYE486	216	113	3	3	14	13	0,94	4	13	7193,45
50	CML 245/CHYE534	208	115	3	2	14	12	0,86	3,1	13	6487,51
51	CML 245/CHYE360	198	101	4	3	14	9	0,63	2,8	13	5267,7
52	CML 245/CHYE510	190	100	4	2	14	13	0,92	2,8	13	6341,88
53	CML 245/CHYE378	206	106	3	2	14	11	0,79	3,6	13	5502,46
54	CML 245/CHYE444	199	118	4	2	14	10	0,72	3,4	13	5233,59
55	CML 245/CHYE404	210	115	4	2	14	18	1,27	4,2	13	7115,49
56	CML 245/CHYE376	219	108	3	4	14	16	1,17	5,3	13	8510,07
57	CML 245/CHYE508	185	101	2	1	14	12	0,87	3,1	13	5661,79
58	CML 245/CHYE468	212	112	4	1	14	12	0,84	4,6	13	5530,16
59	CML 245/CHYE516	215	115	4	2	14	18	1,25	5,3	13	7722,03
60	CML 245/CHYE450	214	119	3	1	14	19	1,33	5,2	13	7673
	POMEDIOS	221	113	3	2	14	13	0,93	4,6	13	6533,79

4.1.1.- Altura de planta

Con respecto a la altura de la planta en la repetición 1, estos datos se registraron mediante observación de la parcela y se obtuvo una altura de planta promedio de 221 centímetros, observándose la mayor altura de 278 centímetros en el híbrido Local Check 1, y la menor altura de 183 centímetros correspondiente al híbrido CML 245/CHYE532.

Luchsinger (1997), menciona que la altura de la planta es entre 2.04 a 2.49 m en los híbridos, como (CENIAP - Dulce) donde se observa una ligera variabilidad en la altura de la planta debido a las influencias debido a las condiciones ambientales.

4.1.2.- Altura de mazorca

Con referencia a la altura de la mazorca, se utilizó el mismo método y se obtuvo una altura de mazorca promedio de 113 centímetros, registrándose la mayor altura de 133 centímetros en el híbrido CML 245/CHYE492, y la menor altura de 89 centímetros obtenida en el híbrido CML 245/CHYE532.

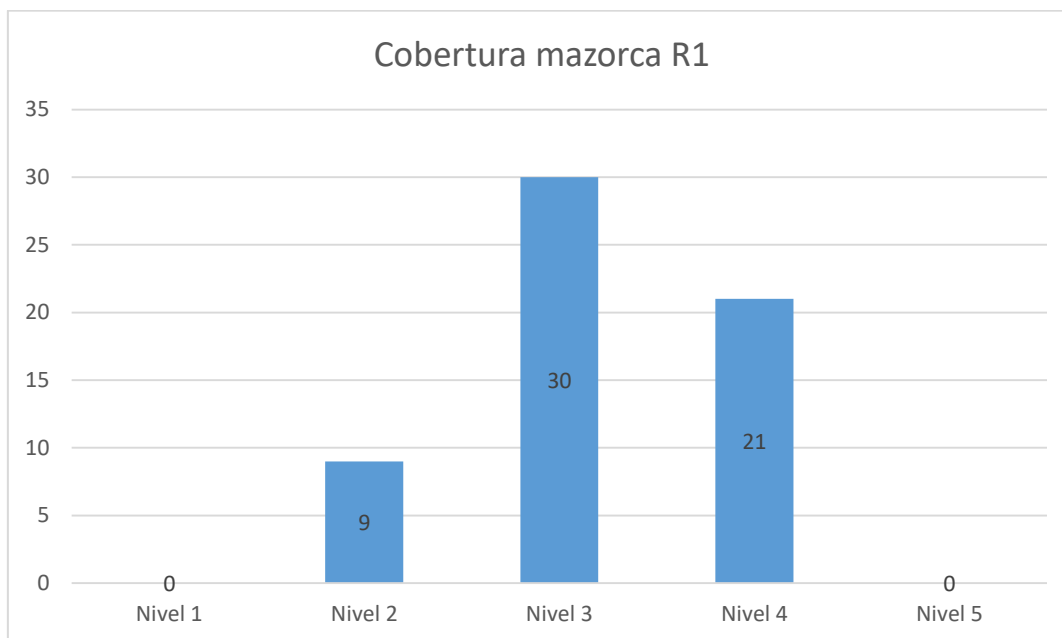
Espíndola (2013), comentan que existe una relación directa entre altura de planta y altura de mazorca y registra datos de altura mazorca de 0.90 m en el híbrido DAS-710 y 0.56 m en la variedad INIAF.

4.1.3.- Cobertura de mazorca

Con respecto a la cobertura de la mazorca, tomando referencia una escala del 1-5 donde 1 es excelente y 5 inaceptable, se observó que la mayor parte de híbridos pertenecen al nivel 3 de la escala que representaría a punta expuesta, seguido del nivel 4 y del nivel 2, sin presentarse ningún híbrido en la escala 1 y 5, observándose en la repetición 1 mayor cantidad de mazorcas con punta expuesta.

Respecto a la cobertura de la mazorca existe mucha similitud en las 2 parcelas, donde la mayor frecuencia se presenta en el nivel 3, que se refiere a mazorca con punta expuesta. Las coberturas en los testigos son más frecuentes en el nivel 2 y 3, por lo que los resultados en este aspecto son favorables.

Gráfica 1. Cobertura de mazorca en la Repetición 1

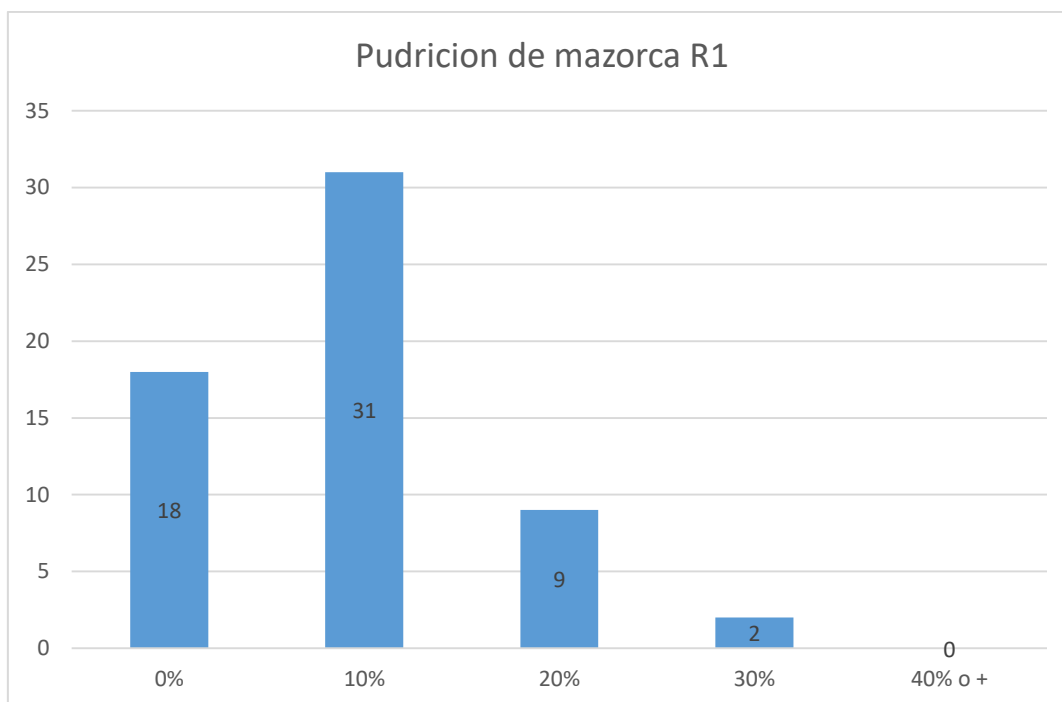


4.1.4.- Porcentaje de pudrición

El grado de pudrición fue obtenido por observación visual al momento de la cosecha, y se observó que la mayor frecuencia de pudrición está en el nivel 2, observándose 31 híbridos con el 10% de pudrición, seguido de 18 híbridos en los que el nivel de pudrición fue de 0%, en tercer lugar se observa 9 híbridos con el 20% de pudrición y tan solo dos híbridos con 30% de pudrición.

Respecto a la pudrición de la mazorca los datos registrados son favorables en las 2 parcelas, debido a que la pudrición no supera el 10% en ninguno de los 2 casos, y tampoco se observó pudrición en ninguno de los testigos.

Gráfica 2. Porcentaje de pudrición en la Repetición 1



4.1.5.- Relación planta mazorca

Respecto a la relación planta-mazorca se obtuvo un promedio de 0.93, observándose la mayor relación planta-mazorca de 1.38 que se registró en el híbrido CML 245/CHYE428, perteneciente a la línea 46, y la menor relación de 0.56 registrada en los híbridos CML 245/CHYE528 y CML 245/CHYE366, pertenecientes a las líneas 16 y 17 respectivamente.

Los datos que se obtuvieron son menores con respecto a la parcela 2, donde se observó un promedio de 1.03, siendo en los 2 casos promedio bajos, aunque se debe considerar que la mejor relación es de 1.38 que es un factor considerable, tomando en cuenta la diversidad de las semillas.

4.1.6.- Rendimientos kg/ha

Cuadro 11. Comparación de medias para dos grupos (t de Student) de la Repetición 1

Rendimientos N°	Rend. Altos A	Rend. Bajos B	(A-B)	(A-B)-Dx	$((A-B)-Dx)^2$ D ²
1	9765,56	4107,99	5657,57	164,893	27189,811
2	9542,38	4061,45	5480,93	-11,746	137,984
3	8945,33	3605,8	5339,53	-153,146	23453,901
Sumatoria Σ	28253,27	11775,24			50781,697
Promedio X	9417,756	3925,08			

$$Dx = X_A - X_B =$$

$$Dx = 9417,756 - 3925,08 =$$

$$Dx = 5492,676$$

$$\text{Error estándar de la media} = sd = \sqrt{\frac{\Sigma D^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{50781,697}{6}} = 91,99$$

$$t = \frac{X_A - X_B}{sd} = tc = \frac{5492,676}{91,99} = 59,7$$

Ttabulada= 4.3 valor obtenido de la tabla estadística (distribución de t STUDENT) con grados de libertad gl=n-1 donde n= número de rendimientos.

Como tc= 59.7 es mayor que Tt= 4.3 es posible afirmar que existe diferencia significativa entre los rendimientos más altos y bajos para un nivel del 5% de probabilidad.

Los rendimientos en esta parcela son considerablemente altos, el mejor rendimiento fue de 9765.56 Kg/ha, tomando en cuenta que los testigos IBO 145 y COMPUESTO 20

tienen rendimientos hasta de 5000 Kg/ha. Incluso en el caso de los rendimientos bajos que fue de 3605.8 Kg/ha se puede decir que son resultados aceptables.

Terranova (1995), citada por (Espíndola, 2013) indica que los rendimientos anuales promedio del maíz en cultivos tecnificados pueden alcanzar 4000 Kg/ha en la región de Centroamérica y Suramérica

4.2.- Presentación de la información recabada en la parcela 2

Cuadro 12. Registro de campo obtenido en la **Repetición 2** (61-90)

Linea	Genealogia	Alt Plant (cm)	Alt Maz (cm)	NO Cob Maz	NO Maz Pud	NO Plant Csch	NO maz Csch	Rel. Pl/mz	Peso Camp Kg	% de Hum	Ren Gran Kg/ha
61	CML 245/CHYE444	217	120	4	2	14	12	0,89	4,9	13	6208,95
62	CML 245/CHYE536	229	126	4	2	14	14	1,00	6,6	13	8889,75
63	CML 245/CHYE452	224	119	3	3	14	12	0,89	4,7	13	6368,31
64	Local Check 3	244	132	3	2	14	10	0,74	3,8	13	4930,87
65	CML 245/CHYE498	227	139	2	1	14	14	1,00	4,6	13	6427,48
66	CML 245/CHYE472	251	134	3	2	14	11	0,76	3,4	13	5103,99
67	CML 245/CHYE516	241	130	3	2	14	18	1,27	6,2	13	9483,58
68	CML 245/CHYE496	225	121	2	2	14	12	0,89	4,3	13	5883,81
69	CML 245/CHYE408	229	117	3	1	14	13	0,94	4,9	13	6826,29
70	CML 245/CHYE530	219	118	4	1	14	13	0,94	4,4	13	6188,69
71	CML 245/CHYE518	221	120	4	1	14	12	0,83	4,3	13	6092,06
72	CML 245/CHYE500	228	119	3	3	14	14	1,00	5,7	13	6399,48
73	CML 245/CHYE450	214	112	3	1	14	15	1,07	4,4	13	6760,31
74	CML 245/CHYE528	229	117	2	2	14	12	0,88	4,5	13	6654,95
75	CML 245/CHYE456	251	115	4	1	14	16	1,14	5	13	9281,98
76	Local Check 1	244	121	2	3	14	11	0,80	3,2	13	4237,33
77	CML 245/CHYE374	223	114	2	1	14	13	0,93	4	13	5967,50
78	CML 245/CHYE402	214	112	4	3	14	19	1,35	7,6	13	8967,09
79	CML 245/CHYE488	216	110	3	2	14	15	1,06	5,7	13	7850,79
80	CML 245/CHYE508	230	109	2	1	14	11	0,80	4,1	13	5374,66
81	CML 245/CHYE368	258	131	3	2	14	13	0,93	3,7	13	7197,10
82	CML 245/CHYE468	205	104	3	2	14	18	1,28	6,2	13	7775,82
83	CML 245/CHYE370	220	115	3	3	14	13	0,95	5,6	13	7410,00
84	CML 245/CHYE396	229	115	3	4	14	13	0,94	6,2	13	9775,44
85	CML 245/CHYE430	226	98	4	2	14	19	1,36	4,5	13	8267,85
86	CML 245/CHYE376	221	120	4	3	14	13	0,90	5,6	13	7221,71
87	CML 245/CHYE502	227	115	3	1	14	14	1,00	4,7	13	6070,91
88	CML 245/CHYE448	219	114	2	2	14	15	1,07	5	13	9366,96
89	CML 245/CHYE416	233	110	2	2	14	15	1,06	4,6	13	7735,80
90	CML 245/CHYE504	249	128	2	1	14	12	0,88	4,6	13	7664,03

Cuadro 13. Registro de campo obtenido en la **Repetición 2** (91-120)

Linea	Genealogia	Alt Plant (cm)	Alt Maz (cm)	NO Cob Maz	NO Maz Pud	NO Plant Csch	NO maz Csch	Rel. Pl/mz	Peso Camp Kg	% de Hum	Ren Gran Kg/ha
91	CML 245/CHYE366	269	129	4	1	14	14	1,00	6,2	13	11117,59
92	CML 245/CHYE362	250	130	3	2	14	12	0,83	3,1	13	4821,35
93	Local Check 2	258	128	2	1	14	16	1,15	4	13	7828,19
94	CML 245/CHYE380	218	112	4	2	14	15	1,06	5,5	13	9080,43
95	CML 245/CHYE446	234	121	3	3	14	12	0,88	4,2	13	6087,17
96	CML 245/CHYE462	224	108	3	3	14	14	1,00	4,5	13	8770,87
97	CML 245/CHYE438	264	139	2	2	14	16	1,18	4,9	13	7278,48
98	CML 245/CHYE360	212	104	3	1	14	12	0,84	4,4	13	5759,13
99	CML 245/CHYE418	228	117	3	1	14	14	1,00	5,7	13	9724,57
100	CML 245/CHYE506	237	126	2	1	14	12	0,88	3,8	13	7190,10
101	CML 245/CHYE490	248	124	1	1	14	13	0,95	6,8	13	9296,16
102	CML 245/CHYE426	233	118	3	1	14	18	1,32	7,3	13	10406,73
103	CML 245/CHYE400	259	130	3	1	14	18	1,28	5,6	13	8125,42
104	CML 245/CHYE386	235	112	2	2	14	14	1,00	4,3	13	5322,50
105	CML 245/CHYE428	233	121	2	3	14	19	1,33	6,2	13	9353,67
106	CML 245/CHYE358	236	116	3	2	14	14	1,00	5,6	13	7260,30
107	CML 245/CHYE510	224	117	2	1	14	14	1,00	3,9	13	6692,96
108	CML 245/CHYE458	259	129	4	1	14	16	1,13	5,3	13	8544,62
109	CML 245/CHYE492	245	124	3	2	14	12	0,83	4,6	13	6824,22
110	CML 245/CHYE378	252	115	3	2	14	19	1,37	6	13	9247,34
111	CML 245/CHYE474	244	121	2	2	14	17	1,21	5,6	13	8623,19
112	CML 245/CHYE532	240	123	3	1	14	16	1,17	5,5	13	8916,85
113	CML 245/CHYE514	242	118	4	2	14	18	1,26	5,1	13	7934,45
114	CML 245/CHYE486	226	116	3	4	14	13	0,94	3,6	13	6247,96
115	CML 245/CHYE454	243	127	2	2	14	19	1,33	4,4	13	6787,68
116	CML 245/CHYE480	231	117	3	2	14	16	1,17	4,7	13	7010,90
117	CML 245/CHYE460	245	124	3	2	14	13	0,95	5,1	13	6995,33
118	CML 245/CHYE404	235	117	3	3	14	18	1,26	5,1	13	6425,02
119	CML 245/CHYE398	231	119	2	3	14	15	1,10	5,7	13	7276,24
120	CML 245/CHYE534	223	116	3	2	14	14	1,00	4,5	13	7129,43
	POMEDIOS	229	119	3	2	14	14	1,03	4,7	13	7239,00

4.2.1.- Altura de planta

Con respecto a la altura de la planta en la repetición 2, datos registrados mediante observación visual de la parcela y se obtuvo una altura de planta promedio de 234 centímetros, observando la mayor altura de 269 centímetros en el híbrido CML 245/CHYE366, y la menor altura de 205 centímetros en el híbrido CML 245/CHYE468.

Brewbaker (1999), señala que la altura de la planta oscila entre 1.90 - 2.20 metros, la cual evita el peligro de vuelco o acame, a la vez que garantiza una área foliar y buena intersección de radiación, lo que aumentaría los rendimientos.

4.2.2.- Altura de mazorca

Con referencia a la altura de la mazorca, se utilizó también el método de observación visual y se obtuvo una altura de mazorca promedio de 120 centímetros, registrándose la mayor altura de 139 centímetros en los híbridos CML 245/CHYE498 y CML 245/CHYE438, y la menor altura de 98 centímetros obtenida en el híbrido CML 245/CHYE430.

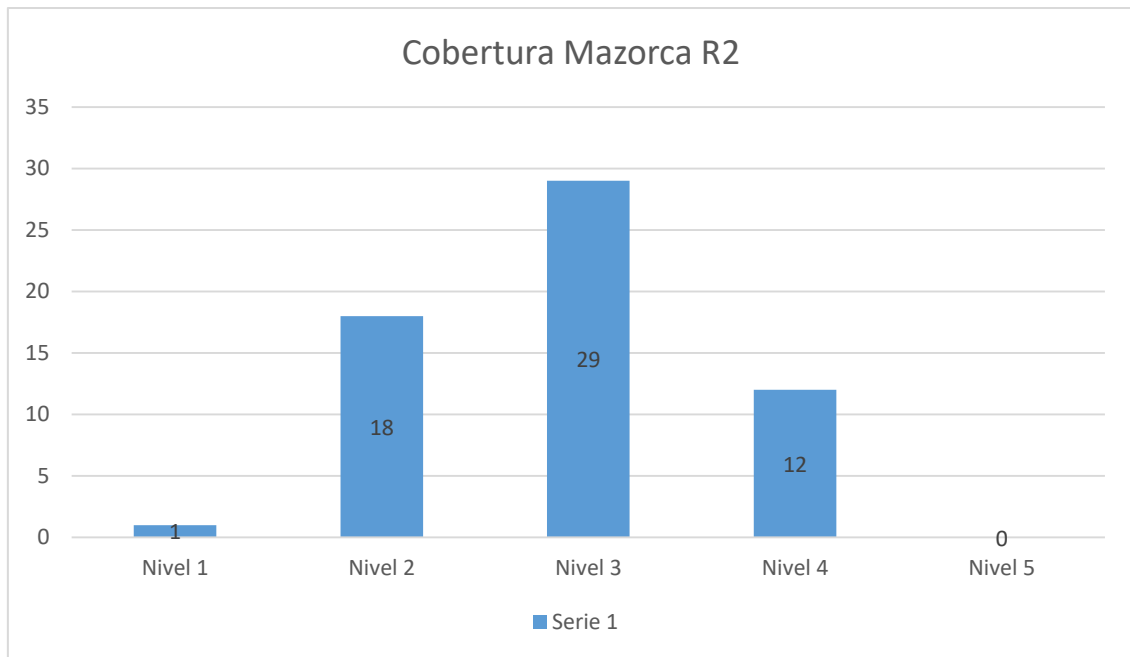
Al respecto Roig y Martínez (1974), citada por (Espíndola, 2013) comentan que existe una relación directa entre altura de planta y altura de mazorca, variando la misma en función al mejoramiento genético de cada material vegetal y la interacción con su medio ambiente.

4.2.3.- Cobertura de mazorca

Con respecto a la cobertura de la mazorca, tomando referencia una escala del 1-5 donde 1 es excelente y 5 inaceptable, se observó que la mayor parte de híbridos pertenecen al nivel 3 de la escala que representaría a punta expuesta, seguido del nivel 2 y del nivel 4, por lo que en la repetición 2 se observó mayor cantidad de mazorcas con punta expuesta.

No existe diferencia significativa en las coberturas en ninguna de las 2 parcelas, donde se observó mayor frecuencia de mazorcas con la punta expuesta, y solo se observó un híbrido con cobertura excelente, que se registró en el híbrido CML 245/CHYE490.

Gráfica 3. Cobertura de mazorca en la Repetición 2

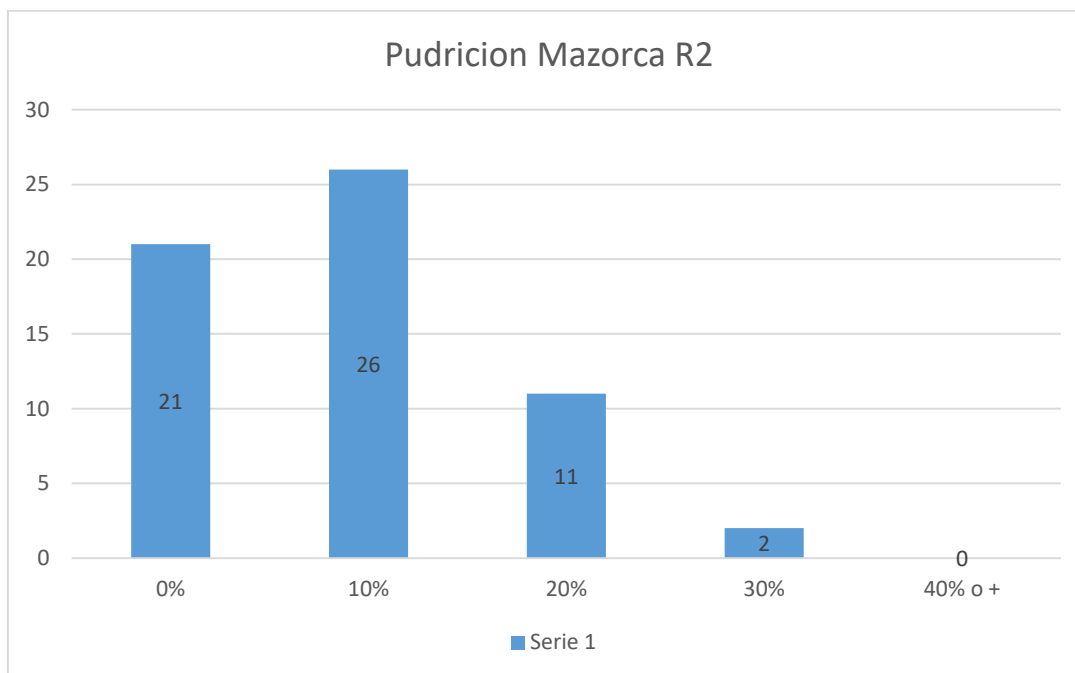


4.2.4.- Porcentaje de pudrición

El grado de pudrición fue obtenido por observación visual al momento de la cosecha, y se observó que la mayor frecuencia de pudrición está en el nivel 2, donde se observó 26 híbridos con 10% de pudrición, seguido de 21 híbridos con 0% de pudrición y 0 híbridos con 40% o más de pudrición.

No se observó pudrición de mazorca considerable en ninguna de las 2 parcelas, los porcentajes no superan el 10%, y existe 18 híbridos en los cuales la pudrición de mazorca fue del 0%, considerándose los dato favorables, ya que tampoco se observó pudrición en ninguno de los testigos.

Gráfica 4. Porcentaje de pudrición en la Repetición 2



4.2.5.- Relación planta mazorca

Respecto a la relación planta-mazorca se obtuvo un promedio de 1.03, observándose la mayor relación planta-mazorca de 1.37 que se registró en el híbrido CML 245/CHYE378, perteneciente a la línea 110, y la de menor relación planta-mazorca de 0.74 correspondiente al híbrido Local Check 3, perteneciente a la línea 64.

Los datos respecto a la relación planta mazorca en esta parcela son mejores que los que se obtuvieron en la parcela 1, con un promedio de relación planta mazorca de 1.03, aunque siguen siendo datos bajos. La mejor relación planta mazorca fue de 1.37, la cual es muy similar a la obtenida en la parcela 1, siendo las relaciones planta mazorca inferiores muy distintas, con 0.56 en la parcela 1 y 0.74 en la parcela 2.

4.2.6.- Rendimientos kg/ha

Cuadro 14. Comparación de medias para dos grupos (t de Student) de la Repetición 2

Rendimientos Nº	Rend. Altos A	Rend. Bajos B	(A-B)	(A-B)-Dx	$((A-B)-Dx)^2$ D ²
1	11117,59	4930,87	6186,72	416,65	173597,222
2	10406,73	4821,35	5585,38	-184,69	34110,396
3	9775,44	4237,33	5538,11	-231,96	53805,441
Sumatoria Σ	31299,76	13989,55			261513,06
Promedio X	10433,25	4663,18			

$$Dx = X_A - X_B =$$

$$Dx = 10433,25 - 4663,18 =$$

$$Dx = 5770,07$$

$$\text{Error estándar de la media} = sd = \sqrt{\frac{\Sigma D^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{261513,06}{6}} = 208,77$$

$$t = \frac{X_A - X_B}{sd} = tc = \frac{5770,07}{208,77} = 27,638$$

Ttabulada= 4.3 valor obtenido de la tabla estadística (distribución de t STUDENT) con grados de libertad $gl = n - 1$ donde $n =$ número de rendimientos.

Como $tc = 27,638$ es mayor que $Tt = 4,3$ es posible afirmar que existe diferencia significativa entre los rendimientos más altos y bajos para un nivel del 5% de probabilidad.

Los rendimientos de la parcela 2 son considerablemente altos, el mejor rendimiento es de 11117.59 Kg/ha, lo cual es un rendimiento muy alto, tanto en comparación con los rendimientos de la parcela 1 y también en comparación con los testigos que cuentan con

rendimientos hasta 5000 Kg/ha. El rendimiento más bajo es de 4237,33 Kg/ha, pero incluso es un rendimiento aceptable.

Aitken (1986), menciona que el rendimiento varía mucho, dependiendo del cuidado que se dé al cultivo, como promedio general se puede cosechar unos 2500 Kg/ha.

CAPITULO V

5.1.-CONCLUSIONES.-

De acuerdo a los objetivos planteados y según los resultados obtenidos, se indican las siguientes conclusiones de la investigación:

- Los mejores resultados se registraron en la parcela 2, donde los mejores resultados promediaron los 10.433 tn/ha de grano, y los rendimientos más bajos fueron de 4.663 tn/ha, los cuales fueron superiores ala del testigo Compuesto-20, que registra 3.9 tn/ha.
- Los rendimientos en la parcela 1 tuvieron buenos resultados, donde los rendimientos más altos fueron de 9.542 tn/ha, siendo estos superiores a los del testigo IBO 145 que registra 4.5 tn/ha, incluso en el caso de los rendimientos bajos que fueron de 3.6 tn/ha son aceptables.
- De acuerdo al método de comparación de medias (t de Student), se concluyó que existe mucha diferencia entre los mejores rendimientos y los más bajos en las 2 parcelas, obteniendo una $T_c=59.7$ y $T_t=4.3$ en la parcela 1, y en la parcela 2 de $T_c=27.6$ y $T_t=4.3$, para un nivel del 5% de probabilidad.
- Los resultados respecto a la relación planta mazorca fueron mejores en la parcela 2, observándose una relación promedio de 1.03 y la mejor relación planta mazorca en el híbrido CML 245/CHYE378 con 1.37 perteneciente a la línea 110.
- Los datos obtenidos en la relación planta mazorca en promedio son demasiado bajos, pero esto es resultado de los rendimientos bajos en algunas líneas, como en los híbridos CML 245/CHYE528 y CML 245/CHYE366 pertenecientes a la parcela 1, con una relación planta mazorca de 0,56.

- Al ser los híbridos material tratado y resistente, no se observó problemas con respecto a plagas y enfermedades en ninguna de las parcelas en las que se trabajó, siendo este un factor importante para la obtención de grano y material genético.

5.2.-RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del trabajo son las siguientes:

- Se recomienda seguir realizando estudios de los híbridos en la zona debido a que la mayoría de las plantas tuvieron resultados positivos de acuerdo a la aclimatación y debido a que estas plantas fueron traídas a la zona por primera vez, estas podrían tener progresos a medida que su aclimatación mejore y los resultados podrían ser distintos con el tiempo.
- Es recomendable tener en consideración los híbridos que presentaron buenos resultados y seguir realizando estudios ya que debido a los buenos rendimientos, estos podrían llegar a ser una buena alternativa para la gente.
- No se debe descartar los híbridos que no se desempeñaron de buena manera, debido a que la adaptación no está bien definida y estos podrían experimentar cambios, además los resultados siguen siendo aceptables en comparación a los rendimientos con los que se estaban trabajando en la zona.
- La utilización de estos híbridos, nos proporcionó buenos rendimientos pero también resistencia a plagas y enfermedades por lo que es recomendable trabajar con este tipo de material genético.