

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE INGENIERIA



**Respuesta del Cultivo de Maíz a Diferentes Densidades de Población e
Híbridos Bajo Riego por Goteo en la Región de Anahuac N.L.**

Por:

FRANCISCO LOPEZ OVANDO

TESIS

***Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:***

Ingeniero Agrónomo en Irrigación

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 1999

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE INGENIERÍA**

**Respuesta del Cultivo de Maíz a Diferentes Densidades de Población e
Híbridos Bajo Riego por Goteo en la Región de Anahuac N.L.**

Realizado por:

FRANCISCO LOPEZ OVANDO

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Irrigación
Presidente del Jurado**

**MC. Lindolfo Rojas Peña
Asesor Principal**

**MC. Marco Arrellano
Asesor principal externo**

**MC. Luis Edmundo Ramírez Ramos
Coasesor**

**Rolando Sandino Salazar
Coasesor**

Ing. Jesús Valenzuela García

COORDINACION DE LA DIVISION DE INGENIERIA
Buenavista, Saltillo, Coahuila., México.

Marzo de 1999

DEDICATORIAS

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Por haberme brindado esa oportunidad de vivir y de salir adelante, y por brindarme esa salud tan favorable para no cesar en la lucha para lograr terminar mis estudios y aún después para poder concluir lo más importante de la profesión, que hoy he logrado, superando los obstáculos que en ocasiones nos depara el destino.

CON PROFUNDO AMOR Y RESPETO A MIS PADRES:

Azariel López Pérez y María Elena Ovando de López:

Que me dieron la vida, y por haberme dado siempre esos consejos que fueron el pilar para guiarme por el buen camino de la vida; y por todos sus esfuerzos, sufrimientos y confianza que depositaron en mí, y por quienes entregue todo mi esfuerzo para no defraudarlos y no truncar esa ilusión de verme como un triunfador más en la vida.

A MIS HERMANOS:

Elidio, Albino, Emilio, Antonio, Luis, Rafael, Gilberto, María Elena y Heberto, con mucho cariño que siempre estuvieron presentes en los momentos más difíciles de mi vida y que de alguna u otra manera influyeron en la conclusión de mis estudios.

A todos los que conforman mi familia que siempre contribuyeron moralmente en mi formación profesional.

A LA MEMORIA DE MI COMPAÑERO Y AMIGO EVERARDO CANTU VALDEZ:

Por haberme dado ese ejemplo de ser siempre constante en los estudios y por

guiarme con sus consejos para no abandonar la universidad durante mi carrera. (Q. E.
P. D.)

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Lindolfo Rojas Peña por su asesoría principal en la realización de este trabajo y por haberme sacado siempre adelante con su apoyo y optimismo.

Al M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos Por la revisión del trabajo y por haberme tendido la mano en algunos momentos difíciles de mis estudios.

Al M.C. Marco A. Arrellano García por haberme apoyado en la revisión y por brindarme esa oportunidad de realizar mi trabajo de tesis mediante su asesoría técnica que me ayudo mucho para concluir mi trabajo.

Al M.C. Rolando Sandino Salazar por haberme apoyado con parte de sus conocimientos para que este trabajo se concluyera.

Al INIFAP Campo Agrícola Experimental “Anahuac N.L.” por haberme permitido realizar mi trabajo de investigación.

Con todo respeto a la señora Tomasa Briones de soto por haberme brindado su hospitalidad en su hogar durante la realización de mis estudios.

A mis amigos: Al Dr. José Luis, al M.C. Orlando, Criselda, Joaquín, Edgar Roger, Raquel, Germán, Julio, Lucas, Medardo, Nemorio, Pablo, Angel, Valentín, Alfonso y Francisco, que siempre estuvieron presentes cuando más los necesitaba y siempre me dieron ese optimismo de salir adelante.

A mi “ALMA TERRA MATER”:

Por albergarme todo ese tiempo de mi carrera, brindándome muchos apoyos y servicios asistenciales que me fueron de mucha ayuda para lograr mi objetivo y alcanzar mi meta anhelada.

INDICE DE CONTENIDO

	Pags.
I. INTRODUCCION	1
OBJETIVOS.....	4
HIPOTESIS.....	4
II REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Descripción botánica y ontogenica de la planta.....	5
2.2 Tallo.....	5
2.3 hoja.....	6
2.4 Sistema radicular.....	6
2.4.1 Raíz seminal o principal.....	7
2.4.2 Raíces adventicias.....	7
2.4.3 Raíces de sostén o de soporte.....	7
2.4.4 Raíces aéreas.....	7
2.5 Flor.....	7
2.5.1 Flores estaminadas.....	7
2.5.2 Flores pistiladas.....	7
2.6 Fruto.....	8
2.6.1 Pericarpio o cubierta.....	8
2.6.2 Endospermo.....	8
2.7 Clasificación sexual.....	9
2.7.1 Sexual.....	9
2.7.2 Monoica.....	9
2.7.3 Unisexual.....	9
2.7.4 Incompleta.....	9

2.7.5 Imperfecta-----	9
2.7.6 Protandra-----	10
2.8 Fecundación-----	10
2.9 Germinación-----	10
2.10 Cosecha-----	10
2.11 Descripción taxonómica -----	11
2.12 Los elementos minerales en la nutrición del maíz-----	12
2.13 Necesidades de la planta-----	12
2.13.1 Macronutrientes o elementos mayores-----	13
2.13.1.1 El Nitrógeno (N)-----	13
2.13.1.2 El Fósforo (P)-----	13
2.13.1.3 El Potasio (K)-----	14
2.13.1.4 El Magnesio (Mg)-----	15
2.13.1.5 El Calcio (Ca)-----	15
2.13.1.6 El Azufre (S)-----	15
2.13.2 Elementos menores o micronutrientes-----	16
2.13.2.1 El Cinc (Zn)-----	16
2.13.2.2 El Boro (B)-----	16
2.13.2.3 El Cobre (Cu)-----	16
2.13.2.4 El Hierro (Fe)-----	17
2.13.2.5 El Manganeseo-----	17
2.14 Condiciones ecológicas-----	17
2.15 Temperatura-----	18
2.16 Fotoperíodo -----	19
2.17 Altitud-----	19
2.18 Latitud-----	19
2.19 Humedad-----	20

2.20 Suelos-----	21
2.21 pH-----	21
2.22 Densidad de población-----	21
2.23 Elección de las variedades de maíz-----	24
2.24 Enfermedades del Maíz-----	24
2.25 Síntomas generales de las enfermedades del maíz-----	25
2.26 Factores que afectan el desarrollo de las enfermedades del maíz-----	26
2.27 Métodos de control de enfermedades del maíz-----	26
2.28 Control moderno de plagas-----	27
2.29 Influencias del riego por goteo-----	28
2.30 Ventajas e inconvenientes del riego por goteo-----	29
2.30.1 Ventajas-----	29
2.30.2 Limitaciones-----	30
2.31 Fertirrigación-----	31
2.31.1 Ventajas de la fertirrigación-----	31
2.31.2 Limitaciones de la fertirrigación-----	32
2.32 Tensiómetros-----	32
III MATERIALES Y METODOS-----	34
3.1 Localización-----	34
3.2 Ubicación Geográfica y límites políticos-----	34
3.3 Area de influencia-----	34
3.4 Uso del suelo-----	35
3.5 Clima-----	35
3.6 Precipitación-----	35
3.7 Temperaturas-----	35
3.8 Suelo-----	36
3.9 Características Edafológicas-----	36

3.10 Infraestructura-----	36
3.11 Vías terrestres y férreas-----	37
3.12 Infraestructura hidráulica-----	37
3.13 Volumen de la presa Venustiano Carranza-----	37
3.14 Sistema de derivación y sistema de canales-----	38
3.15 Eficiencia de conducción-----	38
3.16 Superficie irrigada-----	38
3.17 Unidad Productiva-----	39
3.18 Usuarios-----	39
3.19 Superficie de los usuarios-----	39
3.20 Maquinaria Agrícola-----	39
3.21 Fuentes de financiamiento-----	40
3.22 Materiales-----	40
3.22.1 Físico-----	40
3.22.2 Químico-----	40
3.22.3 Biológico-----	41
3.23 Establecimiento del experimento-----	41
3.24 Preparación del terreno-----	41
3.24.1 Limpia-----	41
3.24.2 Rotura-----	42
3.24.3 Rastra-----	42
3.24.4 Nivelación-----	42
3.24.5 Trazo de camas de siembra-----	43
3.24.6 instalación de la cintilla-----	43
3.25 Siembra-----	43
3.26 Densidad de siembra-----	43

3.27 Labores culturales-----	44
3.27.1 Riego-----	44
3.27.2 Fertilización-----	44
3.27.3 Control de malezas-----	44
3.27.4 Control de plagas-----	45
3.27.5 Control de enfermedades-----	46
3.27.6 Cosecha-----	46
3.28 Planteamiento del experimento-----	47
IV RESULTADOS-----	49
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	59
VI BIBLIOGRAFIA-----	60
VII APENDICE-----	62

INDICE DE CUADROS

		Paginas
CUADRO 2.1	Velocidad de absorción en la planta de los 3 elementos principales como son N, P, y K (porcentajes tomados de cada elemento-----	13
CUADRO 3.1	Principales plagas del cultivo en la region de Anahuac Nuevo León-----	45
CUADRO 3.2	Arreglo de los tratamientos de acuerdo al material vegetativo utilizado así como al tipo de densidad de población-----	47
CUADRO 3.3	Las dosis de fertilización utilizadas se presentan de acuerdo a la densidad de población-----	48
CUADRO 4.1	Densidades de población reales en la unidad experimental (plantas por Ha.)-----	49
CUADRO 4.2	Aplicación real de fertilizantes en Kg. durante las etapas fenológicas del cultivo de maíz en alta densidad de población--	50
CUADRO 4.3	Aplicación real de fertilizantes en Kg. durante las etapas fenológicas del cultivo de maíz en baja densidad de población--	50
CUADRO 4.4	Rendimiento Obtenido en Ton/Ha de los híbridos experimentados con alta y baja densidad de población y sus niveles de significancia obtenidos en el análisis estadístico-----	55
CUADRO 8.1	Número de filas y longitud en cm de las mazorcas obtenidas en la cosecha de los diferentes híbridos de maíz-----	62
CUADRO 8.2	Comparación de todos los tratamientos para obtener los niveles de significancia-----	62
CUADRO 8.3	Lamina de agua aplicada por mes en M ³ /Ha-----	63
CUADRO 8.4	Etapas fenológicas del cultivo de maíz-----	63

INDICE DE FIGURAS

Paginas

Figura 4.1	Temperaturas medias durante el ciclo del cultivo de maíz (Zea Mays)-----	51
Figura 4.2	Comportamiento de la humedad del suelo en las profundidades de 0-30 y 60-90 cm para baja densidad de población-----	52
Figura 4.3	Comportamiento de la humedad del suelo en las profundidades de 0-30 y 60-90 cm para alta densidad de población-----	53
Figura 4.4	Comportamiento del rendimiento en los diferentes híbridos experimentados-----	56
Figura 4.5	Laminas de agua aplicadas en los meses de Abril Mayo y Junio en M ³ /Ha en la unidad experimental-----	57

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la alimentación humana esta basada en pocos cultivos, en el maíz, frijol, arroz y trigo así como otros cereales, los cuales constituyen la principal fuente de alimento y materia prima para los procesos industriales, en algunos países de Latinoamérica el maíz se ha constituido por mucho tiempo la base principal a la dieta del hombre, por otra parte en las comunidades rurales mexicanas cuando existen buenas cosechas prevalece la tranquilidad en cuanto a la alimentación, debido a que parte de la economía de estas comunidades dependen de este cultivo, en México el cultivo de maíz es utilizado en múltiples casos ya sea en grano o como elote, también se emplea como forraje para la alimentación del ganado.

El maíz ha tenido una gran importancia dentro del territorio nacional debido a la gran extensión de tierras dedicadas a su cultivo, debido a esta situación cuenta con el primer lugar de superficie cultivable, mas sin embargo, a pesar de su importancia la producción nacional no es suficiente para satisfacer las necesidades de su consumo, trayendo como consecuencia su importación lo que representa una dependencia alimenticia de nuestro país con respecto a otras naciones. Dentro de los factores que han determinado la falta de autosuficiencia de este grano básico, se encuentra la baja producción por unidad de superficie que se ha manifestado en los diferentes estados productores.

El maíz (*Zea Mays*), ha sido siempre el cultivo Americano que convierte con mayor eficiencia la energía solar en alimento, en ningún otro país de América el maíz ha llegado a convertirse en un elemento tan importante en la vida social y económica del pueblo como en México.

El maíz se utiliza para tres principales finalidades: como alimento diario de la población humana, en este aspecto se ha reportado que el 80 % de la producción se emplea para alimento directo de la población en general; como forraje para el ganado, en granjas avícolas, se utiliza el 10 % de la producción nacional (granos y follaje), y como materia prima para muchos productos industriales el otro 10 %; probablemente el maíz aporta más producto industrial que cualquier otro grano. El elevado contenido de carbohidratos, la abundante producción a un costo razonable, su relativa calidad de imperecedero y la facilidad de almacenamiento, hace que el maíz sea particularmente adecuado para usos industriales.

En cuanto al crecimiento excesivo de la población, así como a la casi estática producción mundial de alimentos, indudablemente que pronto va imposibilitar a los países importadores de granos a conseguirlos en el mercado internacional. Esta situación debe motivar a lograr en el menor tiempo posible, la autosuficiencia en granos básicos, pero sobre todo en maíz, que es el pilar importante de la alimentación humana. Debemos esforzarnos para lograr también producir las reservas alimenticias que todo país previsor debe tener y creemos que aun la exportación de semillas certificadas debería ser considerada como una meta alcanzable en pocos años, así como impulsar el desarrollo y producción de maíces de usos industriales especiales, que generarían fuentes de trabajo, disminuirían la dependencia tecnológica y contribuirían a mejorar nuestra economía (Mario Castro G. y colaboradores 1978)

Para alcanzar un bienestar social en y entre los pueblo, cada uno debe esforzarse en producir sus alimentos; no depender del extranjero ni poner en peligro su soberanía al tratar de importar el producto básico “maíz” (Pedro Reyes C. 1983).

Reflexionando en lo expresado por Mario Castro G. y Pedro Reyes C., dos

científicos con una amplia trayectoria y conocedores del tema de cultivos básicos y más específico en maíz, consideran que las situaciones y alternativas planteadas para ser autosuficientes y exportar granos básicos, que consecuentemente generan ingresos y trabajo y que por consiguiente ayudarían a mejorar la economía nacional; todo lo anterior según estos científicos se puede lograr si se prepara y concientiza a los agricultores y más insistentemente a los estudiantes de agronomía, que es tiempo de que nuestro país tiene que salir adelante en cuanto a la autosuficiencia de granos básicos y que la agricultura debe ser el primer aspecto a considerar dentro de todas las actividades que se realizan dentro del país.

El maíz está considerado como el cultivo más importante en la agricultura de América, ocupa uno de los primeros lugares en cuanto a la producción y superficie después del trigo y el arroz. Desde el año de 1948 a 1979 la producción mundial de maíz creció un 3.2% de media anual, frente a 1.1% de crecimiento medio anual para la superficie sembrada. Esta diferencia se debe a un fuerte incremento del rendimiento medio unitario, posiblemente gracias al empleo de maíces híbridos altamente productivos, con la ayuda de técnicas agronómicas mejoradas, tales como mayor densidad de plantación, más y mejores abonos especialmente nitrogenados, uso de pesticidas y herbicidas más efectivos, etc.

En 1970 los países con mayor producción dedicada al cultivo del maíz fueron; Estados Unidos, Brasil México, Sudáfrica, India, Argentina, Rumania, Indonesia y Filipinas. El comercio mundial promedio de maíz es aproximadamente de 25 millones de toneladas al año, de estos países Estados Unidos, exporta el 59 % del comercio mundial. En México en el año de 1990 el 55% de la superficie cultivable fue ocupada por maíz con un total de 7'339 millones de hectáreas, de estos corresponde un 75 % al temporal equivalente a 5'534 millones de hectáreas, en ellas se obtuvo una producción total de 14'635 mil toneladas con un rendimiento promedio de 1994 kg./ha.

Lo anterior ha dado origen para realizar esta investigación, con el propósito de evaluar diferentes híbridos seleccionados, bajo diferentes condiciones de riego por goteo así como el observar las posibles condiciones de adaptabilidad de estas variedades a otras regiones del país, por lo anterior se plantean los siguiente objetivos.

OBJETIVOS

- Determinar el mejor material genético para alto rendimiento y calidad por medio del riego por goteo.
- Determinar la mejor densidad de población para el cultivo de maíz con riego por goteo.

HIPOTESIS

- Existen híbridos de maíz mejor adaptados al riego por goteo.
- A mayor densidad de población y a mayor aplicación de nutrientes, mejor rendimiento de grano por hectárea.

REVISION DE LITERATURA

2.1 DESCRIPCION BOTANICA Y ONTOGENICA:

Robles (1986) Menciona que el maíz es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades, encontrando algunas tan precoces con alrededor de 200 días desde la siembra hasta la cosecha. En general las variedades de mayor rendimiento son de 100 a 140 días; menos de 100 días se obtiene poca producción de grano y/o de forraje verde en base a materia seca. Del rango de más o menos 80 a casi 200 días es lo óptimo, considerando todos los factores que intervienen en la producción, y la convivencia económica para el agricultor, por esto que se recomienda usar variedades mejoradas o de híbridos de 100 a 140 días de ciclo vegetativo.

Llanos (1984) La describe como una planta anual que llega a alcanzar hasta 5 mts. de altura, cuando lo normal es de 2 a 2.5 mts., muy robusta su tallo es nudoso y macizo y presenta de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadas (4 a 10 cm. de ancho) por 35 a 50 cm. de longitud y bordes ásperos.

2.2 TALLO: (Días del P. 1954) Menciona que desde el extremo inferior pueden nacer tallos secundarios que no suelen dar espigas pero en caso de darlas abortan, este tallo esta formado por entrenudos separándose por nudos más o menos distantes, cerca del suelo los entre nudos son cortos y de los nudos basales nacen raíces aéreas o adventicias; el grosor del tallo disminuye de abajo hacia arriba. Su sección es circular pero de la base hasta la inserción de la mazorca presenta una depresión que va haciéndose más profunda a medida que se aleja del suelo.

El tallo es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina, que corona la planta, normalmente alcanza una altura aproximadamente de 2 a 3mts; las variedades precoces llegan sólo a 90 cm. de altura cuando maduran y algunas de maíz de palomita (*Zea mays everta*) adquieren de 30 a 50 cm. Por otra parte, en las regiones tropicales y subtropicales las plantas de maíz pueden alcanzar una altura de 6 a 7 metros. Por regla general, el tallo se desarrolla hasta un grosor de 3 a 4 cm. y normalmente posee 14 (desde 8 hasta 21) entrenudos, los cuales son cortos y bastante gruesos en la base de la planta y se vuelven más largos y gruesos más arriba, para agudizarse de nuevo en la inflorescencia masculina que termina el eje de la planta.

2.3 HOJA: La vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desunidos, su color usual es verde pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura. El número de hojas por planta varía entre 8 y 48, pero en promedio presentan de 12 a 18, las variedades precoces de maduración temprana poseen pocas hojas, en tanto que las tardías tienen muchas. La longitud de la hoja varía entre 30 y 150 cm. y su anchura puede ser hasta de 15cm, algunas variedades tienen una fuerte tendencia a desarrollar hijos o brotes auxiliares, esta tendencia depende en gran parte de la variedad, condiciones climatológicas y tipo de suelo. Normalmente el maíz dentado y el duro pequeño son de un solo tallo, mientras que el duro de semilla grande se encuentra en todos los tipos, desde los de tallo sencillo y de una sola mazorca hasta los de tallo múltiple en forma de matorral.

2.4 SISTEMA RADICULAR: El maíz pertenece a la gran familia de las gramíneas, como en todas ellas, el sistema radicular del maíz carece de raíz axonomorfa, es decir, pivotante y sus mechones plumosos se extienden en todas direcciones, principalmente en la capa de suelo vegetal. En la mayoría de las variedades del maíz el sistema radical es característico: las cuatro raíces seminales pueden persistir durante toda la vida de la

planta, pero el principal sistema de raíces adventicias se desarrolla de los nódulos inferiores del tallo debajo de la superficie del suelo se extiende lateralmente en las capas superiores de este, después de lo cual las raíces se vuelven verticales en sentido inverso al tallo y penetran en las capas inferiores del suelo.

El maíz cuenta con cuatro diferentes tipos de raíces que son:

2.4.1 Raíz seminal o principal: Esta es representada por un grupo de una a cuatro raíces, que pronto dejan de funcionar, se originan en el embrión, y son las encargadas de suministrar nutrientes a las semillas en las primeras semanas.

2.4.2 Raíces adventicias: El sistema radicular de una planta es casi totalmente de tipo adventicio, y alcanza hasta 2 metros de profundidad.

2.4.3 Raíces de sostén o soporte: Este tipo de raíces se origina en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorecen una mayor estabilidad y disminuyen problemas de acame. Las raíces de sostén realizan la fotosíntesis.

2.4.4 Raíces aéreas: Se puede decir que son todas aquellas raíces que no logran alcanzar la superficie del suelo.

2.5 FLOR: El maíz es monoico, es decir, tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta.

2.5.1 Las flores son estaminadas o pistiladas.

Las flores estaminadas o masculinas: La Inflorescencia conocida comúnmente como espiga o flor macho; se localiza en la parte superior de la planta y está estructurada por un eje o raquis central, en este se localizan las espiguillas que se agrupan en pares (una sesil y una pedicelada), cada una presenta 3 estambres con sus respectivos filamentos y anteras en cuyo interior están los granos de polen; en la base de los

estambres están 2 lodículos y un pistilo (órgano sexual rudimentario), lo que ocasiona a veces granos en la espiga.

2.5.2 Las flores femeninas o pistiladas: son Inflorescencias cilíndricas, conocida como flor hembra, emergen de las axilas de las hojas, y presentan espiguillas que se agrupan también en pares de (8 a 30 hileras), en un raquis central u olote. Cada flor esta formada por un estigma, estilo y ovario, la inflorescencia antes de ser fecundada se llama jilote, después de haberse realizado la fecundación se le da el nombre de elote (lechoso-masoso) y al madurar (seca) se le da el nombre de mazorca, la cual esta cubierta por hojas modificadas o brácteas ó totomoxtle.

Las flores masculinas tienen de 6 a 8 mm. de largo emergen por parejas a lo largo de muchas ramas finas de aspecto plumoso, situado en el extremo superior del tallo, cada flor masculina tiene 3 estambres filamentados.

Las espículas (espiguillas) femeninas se agrupan en una ramificación lateral gruesa, de forma cilíndrica, cubierta por bracteas y alcanzan una longitud de 12 a 20 cm. formando en su conjunto una cabellera característica que sale por los extremos de la mazorca, se conoce con el nombre de sedas o barbas del fruto (GRANO) el cual esta formado por la cubierta pericarpio, el endospermo y el embrión o germen.

2.6 FRUTO

2.6.1 PERICARPIO O CUBIERTA: Esta protege antes y después de la siembra a la semilla de plagas y enfermedades. Se forma de las paredes del ovario, totalmente del tejido de la planta madre que produjo la semilla.

2.6.2 ENDOSPERMO: Este se forma de la unión de dos tercios de cromosomas de la planta madre y un tercio de cromosomas del padre.

EMBRION: Está formado por dos partes principales:

1.- Eje embrionario o planta nueva, que se forma por una plumula (parte foliar), y una radícula (raíz en miniatura).

2.- Escutelo: Contiene un alto porcentaje de aceite y gran cantidad de sustancias activas importantes en las etapas iniciales de la germinación y crecimiento.

2.7 CLASIFICACION SEXUAL: Después del desarrollo vegetativo la planta dirige la mayor parte de sus energías y funciones a la producción de granos de polen en una espiga. La liberación del polen y alargamiento de los estilos tiene lugar en los días más cálidos (mediados de julio y principios de agosto), cuando la planta ya ha concluido su desarrollo vegetativo. El maíz se reproduce sexualmente, es una planta monoica, unisexual, incompleta, imperfecta (pistiladas y estaminadas), protandra.

2.7.1 Sexual: Porque su multiplicación, se realiza por medio de una semilla, cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y de un gameto femenino.

2.7.2 Monoica: Por encontrarse el androceo y el gineceo en una misma planta.

2.7.3 Unisexual: Por contener flores con solo el androceo (masculino) y flores con gineceo (femenino), o sea, flores separadas y con un solo sexo.

2.7.4 Incompleta: Por carecer de una de las estructuras del perianto floral. En este caso el maíz, sin pétalos y sin sépalos.

2.7.5 Imperfecta: (pistiladas y estaminadas), por encontrarse flores solo pistiladas (femeninas) o solo estaminadas (masculinas), o sea, que tienen los dos órganos sexuales pero en flores diferentes.

2.7.6 Protandra: Por hacer dehiscencia las anteras antes de que los primeros estigmas sean receptivos.

2.8 FECUNDACION: A igualdad de condiciones, la producción de cuatro granos de polen por cada óvulo en el proceso de la gametogénesis, es muy importante como medio de supervivencia, ya que, de varios millones de granos de polen que produce la espiga (mal designada como espiga ya que propiamente es una panícula) del maíz, la mayor parte se pierde al caer, solo pocos granos de polen caen exactamente en los estigmas. La fecundación, es posterior a la polinización, consistiendo esta última en el traslado de polen de los granos de maíz principalmente por el viento (polinización anemófila) y muy poco o raramente por los insectos (polinización entomófila).

2.9 GERMINACION: Al colocar la semilla, en condiciones óptimas de humedad y calor, aumenta de volumen por la absorción de agua, así mismo principia la transformación del almidón en azúcares debido a procesos enzimáticos y a retrogradación química, obteniéndose principalmente glucosa, esta es una fuente de energía que activa la división celular. Después continúan los procesos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos para la diferenciación y desarrollo de los órganos del embrión. La germinación se inicia desde el primer día en que la semilla se encuentra en condiciones óptimas y la emergencia de plántulas es variable debido a la influencia de la textura, estructura del suelo, la profundidad de siembra, la humedad, la temperatura, y otros.

2.10 Cosecha:

En caso de que la cosecha se quisiera hacer de grano, se debe dejar madurar y secar las plantas, lo cual se realiza con una maquinaria adecuada, en este caso, se recomiendan las cosechadoras-desgranadoras. Se ha calculado que el maíz tiene su máxima proporción de materia seca y ha llegado a su madurez fisiológica cuando los

granos contiene alrededor de 35 % de humedad; siendo así se debe dejar secar bajo condiciones de campo, hasta que los granos contengan de 14 a 16 % de humedad, para realizar la cosecha y desgrane con una maquinaria combinada. El desgrane se realiza con maquinaria o con mano de obra; lógicamente, se recomienda el uso de desgranadoras.

2.11 DESCRIPCION TAXONOMICA

REINO-----VEGETAL

DIVISION-----TRACHEOPHYTA

CLASE-----ANGIOSPERMAE

SUB-CLASE-----MONOCOTILEDONEAE

GRUPO-----GLUMIFIORA

ORDEN-----GRAMINALES

FAMILIA-----GRAMINAE

GENERO-----ZEA

ESPECIE-----ZEA MAYS.

2.12 LOS ELEMENTOS MINERALES EN LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ

(Robles 1986) Señala que el maíz, como otras plantas cultivadas, es posible detectar mediante métodos modernos una gran cantidad de elementos químicos. Sin embargo, la presencia de un elemento en la planta no significa que sea necesario para su cultivo, ya que solamente algunos de esos elementos químicos resultan indispensables para la vida vegetal, y su presencia en unas dosis mínimas puede tener una cosecha rentable.

(Florencio) señala entre los elementos que componen las moléculas de materia viva del vegetal, están, el hidrogeno (H) y el oxígeno (O), los cuales son tomados del agua existente en el suelo y en la atmósfera (esta última en forma de vapor de agua). El carbono (C) es asimilado a partir del anhídrido carbónico (CO₂) del aire por las células dotadas de clorofila (plantas verdes) con la ayuda de la energía solar.

En general, todos los vegetales cultivados pueden considerarse como elementos mayores: al nitrógeno (N), potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), y azufre (S). Como elementos menores se encuentran entre otros, el cinc (Zn), boro (B), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y molibdeno (Mo). Estos micronutrientes desempeñan papeles muy importantes en la vida vegetal aun en dosis muy pequeñas.

2.13 Necesidades de la planta

El maíz puede calificarse como un cultivo exigente en principios nutritivos si se compara con otros, su rendimiento en materia seca es lo suficiente comparado con el de otras plantas.

Referente a las necesidades de elementos minerales del maíz, cabe predecirlas, a partir de lo que extrae la planta del suelo o bien del análisis de sus tejidos en estado de madurez.

Cuadro 2.1.Velocidad de Absorción en la Planta de los 3 Elementos Principales como son Nitrógeno, Fósforo Y Potasa.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 mes	8	6	9
2 mes	50 (58)	40 (46)	65 (74)
3 mes	58 (86)	37 (83)	21 (95)
4 mes	14 (100)	17 (100)	5 (100)

En esta tabla pueden verse los porcentajes tomados de cada elemento

2.13.1 MACRONUTRIENTES O ELEMENTOS MAYORES.

Dentro de estos se tienen:

2.13.1.1 El Nitrógeno (N): Es un elemento indispensable para la vida de la planta, sus efectos se dejan sentir principalmente sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del grano.

El maíz absorbe la mayor parte del N en forma nítrica (NO₃), si bien cuando la planta es joven las raíces pueden tomar del suelo más rápidamente las formas amoniacaes del nitrógeno (NH₄) que las nítricas. Al final del ciclo la proporción de N absorbido en forma nítrica llega a ser un 90% del total extraído del suelo. La absorción de N se realiza a distintas velocidades según el estado vegetativo por el que pase la planta, durante el estado juvenil la absorción de N se hace a ritmo lento, sin embargo Cuando se

aproxima el momento de la floración la absorción de N crece rápidamente de forma tal que al aparecer las sedas o estilos de las flores femeninas, la planta ha absorbido más de la mitad del nitrógeno total extraído durante todo el ciclo. A partir del primer mes, las necesidades medias diarias de N para el maíz son de 3 kg./ha. Después del segundo mes se produce una disminución en la velocidad de absorción del nitrógeno y una emigración del N asimilado y acumulado en los tejidos verdes hacia las semillas. Durante el primer mes, la planta toma del suelo un 8 % del nitrógeno que va a precisar a lo largo de toda su vida. En el segundo mes, la absorción alcanza de un 40 a un 50%; en el tercer mes, el N absorbido es aproximadamente la mitad que el mes anterior y en el cuarto mes la absorción de N se reduce a la mitad del tercer mes.

2.13.1.2 El Fósforo (P): La cantidad de fósforo presente en los tejidos de las plantas vivas es aproximadamente una décima parte de la del nitrógeno, en los primeros estados del crecimiento vegetativo es de gran importancia que las plantas encuentren en el suelo cantidades suficientes de fósforo en forma fácilmente asimilable, ya que sus necesidades de fósforo son máximas en esa primera etapa de crecimiento. Además, las pequeñas raíces todavía no pueden alcanzar las reservas de fósforo del suelo, y por lo tanto compiten con desventaja con los microorganismos en su aprovechamiento.

2.13.1.3 El Potasio (K): Este elemento se intercambia fácilmente con otros metales, especialmente los del grupo de los alcalinos y los alcalinos térreos (sodio, calcio y magnesio principalmente), tanto en los tejidos vegetales, como en la zona de absorción radicular. Entre las reacciones y fenómenos vitales de la planta en que el potasio interviene como regulador, se pueden citar:

- Activación de los fenómenos respiratorios y de la fotosíntesis.

- Neutralización de sustancias ácidas producidas por consecuencia del metabolismo vegetal.
- Mantenimiento del estado de hidratación necesario para el funcionamiento más activo de la microestructura de los coloides celulares.
- Economía en el gasto del agua por transpiración al activar el cierre de los estomas por falta de humedad.
- Activa los enzimas y el transporte de sustancias dentro de la planta.

2.13.1.4 El Magnesio (Mg): El magnesio forma parte de la molécula del pigmento verde de la clorofila, que es fundamental para la asimilación del carbono atmosférico. Su carencia se manifiesta por una decoloración de las hojas por consecuencia de la destrucción de dicho pigmento. Las necesidades de magnesio para el maíz son parecidas a las de calcio o fósforo, sin embargo, el Mg se acumula en las semillas en mayor cantidad que el Ca, este elemento es un cofactor necesario en muchas reacciones enzimáticas, en especial, las de síntesis, degradación y utilización de los hidratos de carbono por la planta.

2.13.1.5 El Calcio (Ca): El calcio se acumula principalmente en las hojas de maíz, mientras que el grano contiene cantidades muy bajas de este elemento, así mismo el calcio actúa en la vida de la planta y en el medio nutritivo como antitóxico. Su actividad consiste en contrarrestar por medio de distintos mecanismos los efectos de otros elementos y compuestos que resultan perjudiciales a determinadas concentraciones. Al calcio se le reconoce también su importante papel en varias reacciones enzimáticas, de esta forma influye activamente sobre la capacidad respiratoria de las células vegetales.

2.3.1.6 El azufre (S): Su papel activo en las reacciones celulares reviste menos interés que el de otros elementos principales y, además su deficiencia en el suelo no se deja

sentir por presencia de otros elementos, las necesidades de azufre en el maíz son pequeñas comparadas con las de otros elementos principales como el fósforo y el potasio.

2.13.2 Elementos menores o micronutrientes

2.13.2.1 El Zinc (Zn): Este elemento tiene sus efectos más importantes sobre el rendimiento de las plantas en cosecha para ensilar, una cosecha de grano altamente rentable no es compatible con proporciones de Zn superiores a 20 p.p.m. en las hojas, la respuesta al zinc aplicado como sulfato, en suelos pobres de este elemento, se traduce en un incremento marcado de cosecha en forraje y grano. La falta de zinc produce clorosis de las hojas, un crecimiento deficiente de las plantas y una reducción importante de la cosecha.

2.13.2.2 El boro (B): El maíz requiere muy pocas cantidades de boro para crecer y producir las cosechas, es más frecuente que se produzcan daños en la cosecha debido al exceso que por deficiencia de boro en los suelos. El crecimiento normal de las plantas y un buen rendimiento de cosecha requieren que la concentración de boro en la solución del suelo se encuentre comprendido entre los límites de 10 a 20 p.p.m.

2.13.2.3 El cobre (Cu): Las deficiencias de cobre en los suelos son en general mejor amortizados por el maíz que otros cultivos. En suelos orgánicos de reacción débilmente ácida o alcalina, es donde con mayor frecuencia se han observado en el maíz los síntomas de deficiencia en cobre.

2.13.2.4 El hierro (Fe): Respecto a este elemento casi no se conocen casos de síntomas de deficiencia en maíz, por lo general su cantidad en los tejidos de la planta es muy pequeña e inferior a la de otras plantas cultivadas.

2.13.2.5 El manganeso (Mn): Las necesidades del manganeso en maíz son relativamente pequeñas si se comparan respecto a las de otros cultivos; las condiciones del suelo y en especial su pH, influyen sobre la asimilabilidad de manganeso por la planta. En suelos excesivamente ácidos la solubilidad del Mn aumenta de forma que puede llegar a perjudicar a las plantas.

2.14 CONDICIONES ECOLOGICAS

El maíz es una planta que se adapta a condiciones ecológicas muy diversas como resultado de su amplia gama de variabilidad genética, de tal forma que por selección natural y/o por mejoramiento de las semillas es factible de aprovecharse en siembras comerciales para regiones agrícolas con diferentes condiciones. (Robles 1974).

WILLERS (1976), señala que el principal factor determinante de la distribución de las plantas es el clima, ya que el éxito de una especie al resistir las condiciones adversas ha dependido de la evolución, de las adaptaciones bioquímicas y fisiológicas. Cuando el hombre introduce una nueva especie en una región esta sometiéndola a intensa reorganización bioquímica y fisiológica para poder adaptarse y se precisa una selección de los biotipos que mejor responden al nuevo ambiente para acelerar el proceso de establecimiento de la nueva especie.

BRAVER (1973) al considerar la adaptación del medio ambiente en el rendimiento de las plantas, indica que su máxima producción dependerá en gran parte de su capacidad para aprovechar mejor las condiciones del ambiente como el agua, al respecto, Díaz del

Pino (1954) afirma que el cultivo del maíz debe mantenerse limpio de toda maleza desde que nace hasta el primer mes de su crecimiento, ya que la competencia de malas hierbas por agua, luz y elementos nutritivos, ocasionan pérdidas que puedan ser muy considerable en la cosecha del cultivo.

2.15 TEMPERATURA: En cuanto a este factor, se dice que temperaturas menores de 10° C retrasan o inhiben la germinación de la semilla y que la temperatura media óptima durante le ciclo vegetativo del maíz es de 25 a 30° C aunque puede ser mayor o menor dependiendo de las distintas regiones agrícolas. Temperaturas medias máximas de 40°C son perjudiciales en especial durante la polinización sobre todo en regiones con alta humedad relativa, por que los granos de polen germinan y mueren antes de que se realice la fecundación (Robles 1974).

Jugenheimer (1981) indica al respecto que las temperaturas extremadamente altas y acompañadas por humedad deficiente, pueden ser muy dañinas para el maíz, sobre todo en el período de floración, ya que las temperaturas elevadas pueden secar la espiga o matar los granos de polen después de ser separados, también infieren en la polinización al ocasionar el marchitamiento rápido de los estigmas acelerando la pérdida de su receptibilidad para el polen, esto se ve reflejado en un llenado deficiente de las mazorcas y en consecuencia, una reducción del rendimiento del grano.

Según Aldrich, el maíz requiere temperaturas moderadas a calientes. El límite inferior para su crecimiento esta entre 10 y 12°C, el límite superior más favorable para el crecimiento depende de la humedad disponible; cuando esta es abundante, el maíz crecerá bien a temperaturas arriba de 35°C, pero en condiciones normales de campo, las temperaturas máximas entre 30 y 32°C son cercanas a lo óptimo; Cuando la

humedad es escasa las bajas temperaturas ayudan a la planta a tolerar la tensión de la humedad.

2.16 FOTOPERIODO: Aunque el maíz se considera como una planta insensible al fotoperíodo debido a que se adapta a regiones de fotoperiodos cortos, neutros o de fotoperiodos largos, los mayores rendimientos se obtienen con fotoperiodos de 11 a 14 horas luz. Un Mayor o menor número de horas luz, afecta el rendimiento normal del maíz, principalmente la floración y por lo tanto disminuyen los rendimientos de la cosecha Robles (1974)

Díaz del Pino (1964) afirma que la insensibilidad de la planta, se le atribuye a que en los días luminosos de mucho sol la mayor parte del polen se esparce durante las dos o tres horas primeras de la mañana, pero la diseminación prosigue durante todo el día y a las fases secundarias de mucha actividad después de aguaceros y aún después de períodos nublados.

2.17 ALTITUD: En cuanto a la altitud el maíz se cultiva con buenos rendimientos desde el nivel del mar hasta alrededor de los 2500 m.s.n.m. En altitudes mayores de 3000 m.s.n.m., los rendimientos disminuyen debido a las bajas temperaturas propias de la altitud excesiva (Robles 1974)

2.18 LATITUD: el maíz se adapta más o menos de 50° de latitud norte hasta alrededor de 40° latitud sur, las regiones más productoras de maíz se localizan entre el trópico de cáncer y el trópico de Capricornio que se caracterizan por tener altas temperaturas, siendo importante el factor altitud por la influencia en el fotoperíodo y la temperatura.

2.19 HUMEDAD: Los requerimientos de humedad por el cultivo del maíz, son diferentes si se consideran variedades precoces (alrededor de 80 días), o variedades tardías (alrededor de 140 días). En regiones de temporal principalmente en zonas semiáridas, con variedades adaptadas, se pueden lograr buenos rendimientos con aproximadamente 500 mm. de precipitación pluvial distribuidos durante el ciclo vegetativo. Aunque existen variedades criollas que prosperan con poco menos de 500 mm. pero no menos de 400 mm debido a que se reducen significativamente los rendimientos a medida que se acerca a los 300 mm. (Robles 1975).

Las necesidades de agua utilizada por la evapotranspiración en el cultivo del maíz, varían de 400 a 800 mm, el total de agua usada en la evapotranspiración varía considerablemente de acuerdo a los siguientes factores: duración del ciclo de cultivo, clima, disponibilidad de agua, características hidrodinámicas del suelo y prácticas del manejo agua-suelo-planta. La escasez de agua en cualquiera de sus etapas críticas durante el desarrollo de la planta afecta a la cosecha, sin embargo las investigaciones en maíz han confirmado que la deficiencia de agua en el suelo durante el período de floración e inicio del llenado del grano es particularmente crítico para el rendimiento del grano.

Otro factor limítrofe en cuanto al aspecto climatológico que afecta a la producción de maíz es la presencia de heladas, estas ocurren en todas las regiones del país con alturas sobre el nivel del mar de 1000 mts. o más, al sur del trópico de cáncer y toda el área al norte del mismo lo que incluye el 75% del territorio nacional con zonas con presencia de heladas.

Gándara (1989) reporta que deficiencias de humedad durante la etapa vegetativa de anthesis (VT) provoca una reducción del rendimiento de grano del orden del 2 por ciento

, la altura final se reduce un 35 por ciento mientras que el rendimiento de materia seca se ve afectado un 25 por ciento.

Stewart. et al., (1975) concluyeron que el rendimiento de grano de maíz es especialmente vulnerable al déficit hídrico durante el período de polinización, siempre que el cultivo no halla estado sujeto a estrés en el período vegetativo.

Robins y Domingo (1953) mencionan que una reducción en la humedad del suelo durante ciertos estados fisiológicos marcan un decremento en el rendimiento de granos, así por ejemplo un estrés de uno o dos días durante el período de polinización reduce el rendimiento de maíz en un 22 por ciento y si este es de una duración de seis a ocho días lo reduce en un 50 por ciento.

2.20 SUELOS: El maíz presenta un mejor desarrollo en suelos que se encuentran muy fértiles, bien drenados, profundos, de textura medía, en general, los mejores terrenos para el cultivo son los de aluvión, los formados en las orillas de los ríos y aquellos terrenos vírgenes cubiertos por una vegetación espontanea. Los suelos no recomendables para el establecimiento del cultivo de maíz son; los completamente arcillosos o arenosos, con fuertes pendientes, erosionados, alto porcentaje de sales, cloruros, sulfatos y carbonato de sodio y/o terrenos prósperos a inundarse.

2.21 pH: El maíz en comparación con otros cultivos tiene un amplio rango de adaptación al pH, estudios realizados en campo con suelos ácidos, indica que los máximos rendimientos se obtuvieron con un pH de 6 o mayor.

2.22 DENSIDAD DE POBLACION: Llanos menciona que la densidad de plantas esta directamente relacionada con el rendimiento del maíz, la maquinaria actual ha hecho

posible la reducción de espaciamiento entre los surcos, de 40 pulgadas (102 cm.) a 30 pulgadas (76 cm.) y 20 pulgadas (51 cm.) , la anchura medía del surco disminuyo de 39.6 “ (100 cm.) en 1964, a 37.3” (95 cm.) en 1969.

El mejoramiento de los híbridos también es importante en el incremento de los rendimientos, los híbridos más recientes están adaptados a mayores densidades de plantas y altas fertilizaciones, la densidad de siembra viene dada por la distancia entre las plantas en la línea y la separación entre líneas, lo anterior esta considerado como la densidad teórica de la plantación. En el momento de cosechar normalmente se han producido por diferentes causas, pérdidas de plantas que pueden suponer de un 5 a un 15%, una vez ocurrido esto se considera como la densidad final. Las pérdidas por falla de la germinación y la muerte de las plantas en sus primeros días de desarrollo son las causas que más influyen en el porcentaje de fallas, son diferencia entre la densidad teórica o de siembra, de la densidad real o de recolección. Las densidades de siembra entre seis a ocho plantas por metro cuadrado son normales para los actuales híbridos comerciales de maíz, no hace muchos años las densidades alcanzaban cifras del 50% al 60% de los actuales. Los híbridos altamente productivos, resistentes al vuelco y a la esterilidad de las flores en siembra densa, han hecho posible pasar de 30,000 a 40,000 plantas por ha, y posteriormente a 60,000, 70,000, 80,000 e incluso 100,000 y más plantas.

También menciona que para obtener un rendimiento que haga rentable el cultivo de híbridos, “tolerantes a la alta densidad de siembra”, ha sido necesario también que la técnica introduzca métodos de laboreo, dosis y tipos de abonos con los que las plantas pueden aprovechar mejor la humedad y encontrar en el suelo los principios nutritivos precisos en estado asimilable durante el ciclo de crecimiento y maduración del grano. El empleo de herbicidas selectivos y los tratamientos fitosanitarios son prácticas

necesarias para que las nuevas variedades híbridas, adaptadas a una alta densidad de siembra, produzcan un rendimiento óptimo que haga rentable su cultivo.

Para lograr una buena vegetación y un adecuado aprovechamiento del terreno no debe sembrarse a menos de 25 cm entre plantas en línea ni a más de 40 cm, la separación entre líneas puede ir de 50 a 100 cm, sin embargo se recomienda reducir esta última distancia hasta los 60 cm. Se ha podido comprobar que, juntando las líneas de 100 a 50 cm, el rendimiento superficial aumenta.

El incremento del rendimiento obtenido sembrando altas densidades en filas cercanas, se debe a un aprovechamiento menor de la energía solar interceptada por las plantas, si las plantas se siembran equidistantes en las dos direcciones (a marco real), la energía solar captada por las plantas sería de un 15 a 20% superior a la que aprovechan cuando se siembra con una distancia entre filas dobles de la que separa entre sí las plantas en la hilera.

Reduciendo las filas entre sí, es decir tendiendo a igualar la distancia entre plantas en las dos direcciones, puede conseguirse un incremento en la cosecha de un 5 a 10%. Actualmente existen una serie de híbridos de hoja erecta con pequeño ángulo de inserción entre las hojas y el tallo, esto permite acercar más las plantas y aprovechar mejor la energía solar al sombrearse menos unas plantas con otras y a las hojas superiores a las inferiores de una misma planta.

Teóricamente la producción debe ser más alta al sembrar una planta por golpe que cuando se siembran dos o tres, ya que en el primer caso se aprovecha mejor el agua, los fertilizantes y la luz. Sin embargo, las experiencias hechas en este sentido no han comprobado en la práctica esta hipótesis.

2.23 ELECCION DE LAS VARIEDADES DE MAIZ.

(Jugenheimer 1981) Señala que las condiciones climáticas locales, así como la disponibilidad de agua en los regadíos, predisponen en principio a la elección de la variedad o variedades a sembrar en cada lugar. Sin embargo las técnicas de cultivo utilizadas, en especial el abonado y la mecanización de la cosecha, son factores que deben tomarse en cuenta para decidir que variedades dan mejores resultados económicos. El período libre de heladas marca en primer lugar una limitación que puede excluir las variedades de ciclo más largo, al elegir una variedad es importante tener presente el tipo de maquina que se va a utilizar para cosechar. La variedad debe adaptarse al dispositivo de la cosechadora, ya sea por su altura de crecimiento, a la distancia del suelo a que nacen las mazorcas, la forma de éstas y el ángulo de inserción de su pedúnculo sobre el tallo. Es importante en todos los casos sea cual sea el sistema de cosecha que se utilice, es que las variedades maduren uniformemente y sean resistentes al encamado. Al seleccionar la variedad que se va a cultivar hay que tomar en cuenta la forma de las mazorcas, la longitud del pedúnculo por el que se unen al tallo y su altura de inserción sobre éste son caracteres varietales relacionados entre sí.

2.24 ENFERMEDADES DEL MAIZ

(Centro de Investigaciones Agrarias 1980) Señala que las enfermedades son importantes ya que reducen considerablemente el rendimiento y la calidad del cultivo de maíz, las pudriciones de la mazorca y del grano disminuyen el rendimiento, la calidad y el valor alimentario del grano, así mismo las enfermedades del tallo dificultan la cosecha. El daño a las hojas reduce la producción de los carbohidratos que van a almacenarse en el grano dando como resultado mazorcas inmaduras y pajosas.

Las enfermedades infecciosas más importantes se agrupan en infecciones de las plántulas, manchas de las hojas, pudriciones del tallo y mazorca, carbones, royas y virus. Algunas de estas enfermedades son importantes en ciertas áreas y relativamente insignificantes en otras mientras que otras son importantes en cualquier lugar donde se cultive el maíz. Las pérdidas por estas enfermedades varían muy poco de un daño a otro, en algunos años, y posiblemente 25% o más, en otros.

Las enfermedades no infecciosas son el resultado de daños químicos o mecánicos, anomalías genéticas y condiciones adversas del clima o suelo. Las deficiencias o los desbalances nutricionales, demasiada agua, y temperaturas altas o bajas pueden producir síntomas muy semejantes a las producidas por organismos infecciosos

2.25 SINTOMAS GENERALES DE LAS ENFERMEDADES DEL MAÍZ:

La sintomatología de las plantas del maíz es básica para elaborar el diagnóstico de las enfermedades, estas se agrupan de acuerdo al órgano afectado. Una descripción generalizada y breve de los síntomas es la siguiente:

Pudriciones de la semilla y manchas o tizones de las plántulas: Nacencia pobre o irregular; plántulas marchitas, que pueden morir.

Pudriciones del tallo y raíces: Los tallos se rompen con facilidad, están descoloridos y huecos, raíces podridas.

Pudriciones de mazorcas y granos: Granos, mazorcas, y olores enmohecidos y podridos.

Pudriciones de almacenamiento: Maíz enmohecido en graneros y bodegas.

Enfermedades de las hojas: Manchas redondas u ovaladas hasta prolongarse en áreas muertas de las hojas.

Roya común: Pequeñas pústulas café rojizas en las hojas.

Mosaicos : Plantas raquíticas o achaparradas y arbustivas. Hojas jaspeadas de verde claro y oscuro que posteriormente se vuelven amarillentas.

Mildiu: Espiga con foliolos, no funcional, plantas raquíticas.

2.26 FACTORES QUE PROVOCAN EL DESARROLLO DE LAS ENFERMEDADES DEL MAIZ.

La severidad de las enfermedades del maíz, como las de otros cultivos, varían de un año y de una localidad o campo a otro, dependiendo de la presencia del patógeno, de las condiciones climáticas, del suelo y de la resistencia o susceptibilidad relativa del maíz. Los tres factores deben estar presentes y balanceados para que se desarrolle la enfermedad. Aún cuando este presente un organismo que cause una enfermedad (patógeno) y el medio ambiente sea favorable, la enfermedad se desarrollará poco o nada si el híbrido de maíz es altamente resistente, de igual manera la enfermedad probablemente no se desarrolla si el organismo está presente y el maíz es susceptible, pero el medio ambiente es desfavorable.

Las enfermedades vírales dependen, además de los factores mencionados, de lesiones en las plantas, las que con frecuencia son realizadas por insectos que las transmiten. La fertilidad y pH son otros factores ambientales que pueden afectar la severidad de algunas enfermedades.

2.27 METODOS DE CONTROL DE ENFERMEDADES DEL MAIZ

Los métodos intensivos para la producción del maíz han dado por resultado serios problemas de enfermedades, estos problemas son muy importantes debido a la

producción en extremo elevado y al valor del cultivo. El control de las enfermedades del maíz comprende el uso de híbridos resistentes o tolerantes de pedigree diversos, rotación de cultivos, saneamiento del campo y manejo del suelo, las aspersiones de líquidos y polvos son efectivos en algunos casos.

Dentro de los métodos mencionados el primero de ellos es el más deseable e importante ya que es un método práctico y económico. Afortunadamente parece ser posible el desarrollo de variedades adaptadas de elevado rendimiento que sean resistentes a algunas de las principales enfermedades.

El fitomejoramiento para la resistencia de enfermedades es una fase importante de un programa de mejoramiento del maíz, si es posible, deberán efectuarse pruebas de resistencia en sitios donde se espera una incidencia de enfermedades extremadamente altas, una exposición severa y uniforme, además de otras condiciones que conduzcan a una investigación eficiente. Sin embargo, con frecuencia los estudios sobre enfermedades resultan obstaculizados debido a infecciones insuficientes o regulares, bajo tales circunstancias es difícil determinar si una planta sana es resistente o ha escapado a la enfermedad. La inoculación artificial es una ayuda eficiente en el mejoramiento para la resistencia a las enfermedades. Otras ayudas útiles son el mantenimiento en viveros de enfermedades y la manipulación de las operaciones culturales para incrementar la exposición a enfermedades.

2.28 CONTROL MODERNO DE PLAGAS

El control de enfermedades e insectos comprende el mejoramiento del cultivo, sustancias químicas y las labores de cultivo, el control de plagas se ve reflejado en rendimientos más elevados al momento de cosechar con menores costos de producción

y en menos problemas para la obstrucción de las máquinas cosechadoras. Esto implica buenas prácticas culturales y el uso estricto de sustancias químicas agrícolas.

Estas últimas pueden dividirse en aspersiones preemergentes, las cuales se aplican después de que la semilla se siembra pero antes de que emerja, y aspersiones de postemergencia, que se aplica después que la planta ha emergido (silwester 1961).

2.29 INFLUENCIAS DEL RIEGO POR GOTEO

El riego por goteo es definido como la aplicación artificial del agua al suelo en forma lenta pero frecuente y en pequeñas cantidades dirigidas directamente a la zona radicular de las plantas a donde llega a través de pequeños emisores o goteros que proporcionan un gasto de 2 a 10 lph en forma gradual y uniforme. Al utilizar la planta agua y abonos en la zona de influencia de las raíces se incrementa la rentabilidad del cultivo, reduciendo, así mismo las cantidades de fertilizantes y de agua necesarias (Rojas y Briones, 1994).

F. Rodríguez (1982), La fertilización incorporada al sistema de riego por goteo posee una serie de ventajas, y en todo caso se puede alternar el método suministrando sólo algunos nutrientes por riego y otras en forma independiente, como podría ser el caso de los fosforados. Las mejoras observadas en la respuesta de las plantas con la fertilización en este tipo de riego y el aprovechamiento de más nutrientes, están ligados a la alta concentración obtenida con la localización del total de fertilizantes en las raíces activas y al permanente alto contenido de humedad de la zona radicular.

El riego por goteo muestra una mejor utilización de los nutrientes respecto al sistema de aspersión ya que la dosificación en el goteo es mas ajustada, dividiendo mejor en pequeñas cantidades periódicas, el total de la aplicación. El uso de fertilizantes en la irrigación requiere de mediciones precisas y registros en lo concerniente a los estados específicos del crecimiento y desarrollo de la planta, como germinación, floración, formación de frutos y cuajado.

Por otra parte dado que la aplicación es intermitente permite mantener a suelo en condiciones óptimas de humedad durante el desarrollo del cultivo. En campo la distribución del agua es por medio de una extensa red de tuberías que trabajan a presiones generalmente de 1 a 2 Kg/cm² (Rojas y Briones, 1994; Reche 1994.)

2.30 Ventajas e inconvenientes del riego por goteo

(Rojas y Briones) reportan que el riego por goteo como cualquier método presenta ventajas y limitaciones en comparación con otros sistemas de riego, que es muy importante mencionar.

2.30.1 Ventajas

- Mejor aprovechamiento del agua, con un ahorro que puede llegar al 30% con relación al riego en manta o melgas, así como una disminución de tiempo y trabajo dedicado en comparación con otros sistemas de riego.
- Ausencia de apelmazamiento en el suelo, como ocurre con riegos por inundación, además elimina la compactación.

- Evita períodos largos de sequía, lo que influye en el aumento de la producción y en la precocidad al disponer la planta continuamente de agua, pues los intervalos de riego son más cortos permitiendo mantener niveles de humedad adecuados.
- No se impide el paso o acceso a la parcela durante el riego, por lo que las labores pueden continuar realizándose sin ningún problema.
- Mejor aprovechamiento de los fertilizantes.
- Facilidad en la aplicación de agua y fertilizantes, así como la posibilidad de aplicar al sistema diversos productos químicos desinfectantes del suelo, y para el control de plagas y enfermedades entre otros.
- Influye en la disminución de la humedad ambiental en los invernaderos que repercuten en la reducción de enfermedades fungosas.
- Ahorro de agua y fertilizantes, así mismo la probabilidad de mantener la concentración de sales en el agua del suelo por debajo de los límites perjudiciales para las plantas.
- Formación de un bulbo húmedo con menor cantidad de sales y más diluidas, acumulándose estas sales en su periferia, lo que permite la posibilidad de usar agua más salinas.
- Las raíces de las plantas tienden a utilizar menos energía para absorber el agua y nutrientes del suelo que en otros sistemas de riego.

2.30.2 Limitaciones

- Los altos costos de instalación y dedicación a su mantenimiento para evitar las obstrucciones en el sistema. Un buen sistema de filtrado puede reducir una parte la mano de obra destinada al manejo y mantenimiento de las instalaciones.
- Dificultad de dar lavados a profundidad y por toda la superficie.

- Posibilidades de salinización del suelo cuando el manejo de este riego no es adecuado.
- Necesidad de una mayor o menor preparación técnica del agricultor.
- Diseño e instalación del sistema por especialistas.
- Necesidad de utilizar fertilizantes totalmente solubles en agua.

2.31 Fertirrigación

Se entiende por fertirrigación a la incorporación artificial de las sustancias fertilizantes al suelo conjuntamente con el agua de riego, con ello se pretende situar a los nutrientes bajo la acción del sistema radicular, suministrándole la forma continua y de acuerdo con las necesidades de las plantas. La asimilación de los fertilizantes por la planta se produce de manera más racional, debido a que tiene una mayor comodidad para realizarlo, Martínez E. (1991).

2.31.1 Ventajas de la fertirrigación

Los sistemas modernos de riego han solucionado muchos problemas al brindar la posibilidad de aplicar los elementos nutritivos en el momento que la planta los requiere, en dosis adecuadas, y con el volumen de agua filtrada requerido, dependiendo del sistema permite localizar donde existe la mayor concentración de raíces, logrando así el mayor aprovechamiento por parte del cultivo, por otra parte permite el ahorro de mano de obra al fertilizar y dosifican el agua ambos con gran precisión.

A la aplicación de agroquímicos a través del sistema de riego presurizado se le llama quimigación, las posibles ventajas de aplicar agroquímicos en este tipo de sistemas son las siguientes:

- Fácil incorporación y activación del químico.
- Reducción de la compactación del suelo y de daños para las plantas.
- Utilización de menos químicos.
- Reducción de costos.
- Aplicación mas uniforme del químico.
- Se requiere menos energía para aplicar el químico.
- Generalmente es menos labor que se necesita para supervisar la aplicación.
- Los nutrientes pueden ser aplicados directamente en etapas donde el cultivo más lo necesite.
- Rápida actuación ante síntomas carenciales.
- Facilidad de aplicar no sólo macronutrientes, sino también micronutrientes.

2.31.2 Limitaciones de la fertirrigación

La mayoría de las limitaciones a que se hace mención en la literatura no se deben al método en sí, sino a un manejo incorrecto o a la ignorancia que existe acerca de muchos aspectos relacionados con la nutrición de las plantas.

- Problemas de contaminación de la fuente de abastecimiento.
- Posible desuniformidad producidas por fallas en el sistema de riego.
- Obturaciones por precipitados causados por incompatibilidad de los distintos fertilizantes entre si o con el agua de riego, o debidas a una disolución insuficiente.
- Aumento excesivo de la salinidad del agua de riego.

2.32.-TENSIOMETRO:

Rojas y Ramírez (1998) mencionan que es un equipo el cual mide directamente la tensión de humedad del suelo, consta básicamente de un tubo de plástico el cual en su

extremo inferior tiene una cápsula de cerámica porosa, y en la parte superior se encuentra abierto para ser abastecido de agua, aun lado de esta se tiene instalado un vacuómetro. Antes de instalar los tensiómetros en el campo, es necesario prepararlos y revisar su funcionamiento, para esto primeramente se destapa y se llena totalmente la columna de agua (también se puede aplicar un colorante para checar a simple vista el contenido del mismo), al realizar esta acción se desaloja completamente el aire contenido dentro del mismo. Sin embargo, cuando se preparan generalmente quedan burbujas de aire en su interior lo cual hace necesario eliminarlo mediante una bomba de succión para tener un mejor funcionamiento del tensiometro.

MATERIALES Y METODOS.

El presente trabajo experimental se desarrollo en el "campo experimental Anáhuac", en Anáhuac, N. L. Este centro se encuentra ubicado en el área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural Anáhuac 01 del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias).

3.1.-Localización.

El Distrito de Desarrollo Rural "Anáhuac" 01, está situado en lo que se conoce como la provincia de la gran llanura del norte, siendo esta la prolongación oeste de la llanura costera del golfo.

3.2.-Ubicación Geográfica y Limites Políticos.

El Distrito de Desarrollo Rural 01, se localiza en la parte norte del estado de Nuevo León, este limita al norte con los EUA, al sur con el Distrito de Apodaca, al este con el estado de Tamaulipas y al oeste con el estado de Coahuila. Su ubicación geográfica está comprendida entre los meridianos 99° 25' y 100° 51' longitud oeste y entre los paralelos 26° 25' y 27° 45' latitud norte.

3.3.-Area de Influencia.

El área de influencia de este Distrito comprende los municipios de Sabinas, Vallecillo, Lampazos, Parras, Villaldama, Bustamante y Anáhuac; conjuntamente estos municipios suman una superficie de 1' 408, 360 ha.

3.4.-Uso del Suelo.

De la superficie total del Distrito (1' 408, 360 ha) 50, 050 (3.5 %) son irrigadas, 13, 244 (0.9 %) se siembran bajo condiciones de temporal; mientras que 1' 329, 210 (94.4 %) son aprovechadas por la explotación ganadera, estos incluyen praderas y agostaderos; en cuanto al uso forestal únicamente son aprovechables 700 ha (0.05 %), el resto 15, 156 (1.1 %) se destinan a otros usos, como son carreteras, poblados e industrias entre otros.

Es importante señalar que de las 50, 050 ha que son irrigadas en todo el Distrito de Desarrollo Rural Anáhuac, alrededor de 30, 000 (60 %) corresponden al Distrito de Riego 04, que en su gran mayoría se localizan en el municipio de Anáhuac, en donde se encuentra ubicado el campo experimental Anáhuac.

3.5.-Clima.

El clima predominante del Distrito de Desarrollo Rural Anáhuac corresponde al tipo BSo, el cual indica que es una región cálida a semicalida seca.

3.6.-Precipitación.

La precipitación total anual varía de 300 a 600 mm y la distribución ocurre en forma bimodal, la mayor incidencia de lluvias se presenta en el mes de septiembre con un promedio de 92 mm, los meses de menor ocurrencia de lluvias son enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre con promedios de 16 mm.

3.7.-Temperatura.

La temperatura media anual fluctúa alrededor de 22 °C; con temperaturas medias mensuales máximas de 32 a 34 °C durante los meses de junio, julio y agosto, temperaturas medias mensuales mínimas que oscilan entre los 6 y 8°C

en los meses de enero, febrero y diciembre.

3.8.-Suelos.

De acuerdo al sistema de clasificación de suelos según FAO los suelos predominantes en el Distrito de Desarrollo Rural Anáhuac son los de tipo Xerosol.

3.9.-Características Edafológicas.

Este tipo de suelos se caracteriza por tener una capa superficial de color gris claro, de textura arcillosa a franco - arcillosa de consistencia firme, con drenaje interno medio y con un pH que varía de 7.2 a 8.6; en general son suelos muy pobres en humus, con cantidades bajas en nitrógeno, algunas veces presentan a cierta profundidad aglomeraciones de cal; cristales de yeso o caliche de mayor o menor dureza y salinidad. con una conductividad eléctrica de 1.11 p.p.m. y un contenido de Na = 64, K=54 y NO₃ = 770 p.p.m. Estos suelos tiene un contenido de arcilla del 43% y 28% de limo con un porcentaje restante de arena de 29%

3.10.-Infraestructura.

El Distrito de Desarrollo Rural Anáhuac y en especial la superficie irrigada por el Distrito de Riego 04 cuenta con buenas vías de comunicación que le permite abastecerse de los principales insumos y trasladar su producción a diversos centros de consumo. Así mismo, cuenta con una infraestructura hidráulica que le permite asegurar en gran medida las cosechas de sus cultivos.

3.11.-Vías Terrestres Y Férreas.

Por vía terrestre hacia el norte se encuentra comunicado con EUA mediante tres puertos fronterizos, como son Piedras Negras, Coahuila; Colombia, Nuevo León y Nuevo Laredo, Tamaulipas. Hacia el sur se tiene comunicación con la ciudad de Monterrey capital del estado de Nuevo León; así mismo por carretera se puede llegar a Sabinas y Monclova, Coahuila. La vía férrea es otro medio de comunicación de importancia para la región, esta se enlaza con los EUA en la frontera con Nuevo Laredo, Tamaulipas y se interna hacia diferentes puntos del país pasando por Monterrey, Nuevo León.

3.12.-Infraestructura Hidráulica.

El estado de Nuevo León cuenta con varias presas de importancia como son: José López Portillo (Cerro Prieto) y Rodrigo Gómez (La Boca) cuya capacidad es de 400 y 40 millones de m³ respectivamente. Sin embargo, aún cuando el vaso de la presa Venustiano Carranza (Don Martín), se encuentra ubicada en el estado de Coahuila, su infraestructura reviste una gran importancia en la producción agropecuaria del estado de Nuevo León. Debido a que los principales beneficiados por esta obra son los productores de Nuevo León ubicados en el Distrito de Riego 04. La red hidrológica está formada por los Ríos Salado, Nadadores y Sabinas que descargan sus aguas en la presa Venustiano Carranza "Don Martín", El Río Salado es el principal afluente y sus tributarios son los arroyos Camarón, Jabalí y los Ríos Candela y Sabinas.

3.13.-Volumen de la Presa Venustiano Carranza.

El volumen total de la presa Venustiano Carranza es de 1, 385 Mm³ mismos que son almacenados en una superficie de 19, 800 ha en un área de captación de 4, 544, 057 ha con un remanso de 20 Km. de longitud. Por lo que respecta al llenado de la presa, cada 13 años existe un período en el cual 3 ó 4 años son de sequía fuerte y otro período de 5 a 6 años donde las aportaciones promedio permiten el establecimiento de cultivos para 23, 000 ha. La operación para el

suministro del agua se inicia a partir del 1º de diciembre y concluye a fines de junio o principios de julio.

3.14.-Sistema de Derivación y Red Canales.

El agua que se conduce de la presa Venustiano Carranza a cada una de las unidades de riego a través del canal principal tiene una longitud de 91.8 Km. y una capacidad máxima de 43 m³/seg. , en el trayecto existe la Laguna de Salinillas la cual es capaz de almacenar 19 Mm³. El Distrito de Riego 04 cuenta actualmente con una red de distribución de 664.2 Km. entre canales laterales y sub-laterales, una red de drenaje de 499 Km., con 875 Km. de caminos y con una red de líneas telefónicas de 173 Km.

3.15.-Eficiencias de Conducción.

La eficiencia de conducción estimada en el Distrito de Riego 04 es de 43 % en el sistema de canales y de aproximadamente 70 % al nivel parcelario, estos datos se han obtenido mediante aforos. La eficiencia de conducción en el sistema de canales es muy baja debido principalmente a filtraciones que existen en ellos y a la evaporación; así como, a que gran parte de su trayecto está enmontado y sin revestir.

3.16.-Superficie Irrigada.

El Distrito de Riego 04 fue construido para beneficiar una superficie de 65, 000 ha, actualmente se cuenta con 229, 605 ha registradas de las cuales se riegan alrededor de 23, 000 ha/año, el resto de las 29, 000 ha se encuentran enmontadas, ensalitradas y abandonadas.

3.17.-Unidad Productiva.

Los apoyos de crédito, maquinaria agrícola, insumos y tecnología que recibe la unidad productiva, están dedicados a la producción de granos básicos, pecuarios e industriales.

3.18.-Usuarios.

En el Distrito de Riego 04 existe un total de 1, 939 usuarios, la mayoría de ellos son colonos y su número es de 1, 658, una minoría son ejidatarios y pequeños propietarios, cuyos números son alrededor de 241 y 40 respectivamente.

3.19.-Superficie de los Usuarios.

El tamaño de parcela varía según la dotación, la superficie agrícola de la colonia es de 28, 036 ha, y el tamaño medio de la parcela es de 17.1 ha. La superficie de los ejidos es de 1, 443 ha con una media por ejidatario de 6.0 ha; mientras que, la superficie de la pequeña propiedad es de 1, 260 ha con una media de 31.5 ha.

3.20.-Maquinaria Agrícola.

En el Distrito de riego 04 existen alrededor de 300 tractores los cuales varían en capacidad de HP y equipo agrícola (rastras, arados, sembradoras, etc.). Además se cuentan con alrededor de 35 trilladoras y otras tantas que acuden al Distrito en épocas de cosechas.

3.21.-Fuentes de Financiamiento.

Existen varias instituciones que proporcionan crédito a los productores para la siembra de los diferentes cultivos; el tipo de financiamiento varía para cada institución y cultivo a sembrar. Dentro de los principales organismos crediticios se encuentran el Banco de Crédito Rural del Norte (BANRURAL), que en la actualidad acredita alrededor de 300 productores con una superficie total de 7, 115 ha de los cultivos de maíz, trigo, sorgo y sorgo forrajero.

Otras instituciones de la banca y empresas privadas de importancia que acreditan o facilitan a los productores insumos para la producción, son: SERFIN, VISA, ARIC, EMPRESAS LONGORIA, entre otras.

3.22.-Materiales

3.22.1Físico:

- Tractores e implementos Agrícolas

- Cintilla t-tape calibre 8000 separación de 30 cm por gotero y un gasto de 1 LPH a 8 PSI

- Bomba de mochila para aplicar fertilizantes

- Azadones

- Cinta métrica

- Balanza analítica

- Cardys

- Costales

- Tensiometros

- Tensiometro digital y (sensores, bloques de resistencia eléctrica)

3.22.2.-Químico

- Insecticidas

- Fertilizantes sólidos UREA (18-46-00)

- Acido Fosfórico (líquido)

Thiofosfato de Potasio (KTS), líquido

3.22.3.-Biológico

Se utilizaron los siguientes materiales vegetativos.

P-3050W

P-3044W

H-435

A7573

H436

3.23.-ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

La unidad experimental estuvo formada por 10 tratamientos que representaba cada uno la unidad experimental las cuales tenían un ancho de 1.70 mts. por 100 mts. de largo, dentro de estas se tenían 2 bloques de 5 variedades con diferente densidad de población. En cada uno de los tratamientos se establecieron 2 hileras para establecer la densidad de población, lo que varió fue la distancia entre plantas y como parcela útil se tomó 1 metro de longitud por 1.7 metro de ancho.

3.24.-PREPARACION DEL TERRENO

La preparación del terreno se inició el día 26 de enero de 1998.

3.24.1.-Limpia: Esta actividad se realizó después de la cosecha anterior, utilizando chapoleadora o la rastra de discos; se debe manejar una profundidad de 10 cm, con la finalidad de alcanzar una mejor trituración y distribución del cultivo anterior y así lograr una mejor rotura del terreno. Para el experimento se tuvo que retirar los restos de cintillas del experimento anterior del ciclo P-V 97-97.

3.24.2.-Rotura: El rompimiento de la capa arable se hizo debido a su importancia que tiene en el movimiento del agua y del aire en toda la superficie preparada del suelo y también nos ayudó a exponer al medio ambiente los microorganismos del suelo los cuales nos causan enfermedades en las plantas además nos permitió reincorporar a la superficie del suelo los fertilizantes lixiviados hacia las partes bajas del suelo.

La rotura del suelo nos ayuda a que las raíces tengan un mejor desarrollo y distribución en el suelo, lo cual se consigue también con una muy buena combinación de los factores del clima y la especie a cultivar obteniéndose un mejor rendimiento de la cosecha.

Los cultivos presentan diferentes exigencias en lo que respecta a la preparación del terreno, sin embargo, existen prácticas de preparación del terreno que son casi de uso generalizado entre las cuales podemos mencionar el barbecho, la rastra la formación de surcos, melgas o camas, dependiendo del cultivo que se quiera establecer.

3.24.3.-Rastra: Para esta actividad se realizaron tres pasos de rastra, haciéndose como un intermedio un rastreo cruzado. El primer rastreo se llevó a cabo cuando se tuvo que rastrear para volver a formar las camas y quitar los residuos de cosecha del ciclo anterior, con lo que se logro desmenuzar los terrones que se quedaron al barbechar; inmediatamente después se llevo a cabo otro paso de rastra para poder tener la superficie del suelo mas mullida para que nos facilitara la nivelación del terreno.

3.24.4.-Nivelación: Esta práctica se realizó después del último paso de rastra, con la niveladora land plane o escrepa, con el propósito de corregir las imperfecciones del terreno y para poder tener una mejor cama para el cultivo y tener una mejor eficiencia en el riego.

3.24.5 Trazo de camas de siembra: El día 28 de enero de 1998, se lleva acabo la formación de camas sobre el terreno nivelado a una distancia de 1.70 mts, para lo cual se utilizó una acamadora dejando a los costados de las camas formadas, una especie de dren superficial, cuyo propósito era el de sacar los excesos de agua, por las posibles precipitaciones que se presentaran durante el ciclo del cultivo. También se aplicaron 100 kg./ha de urea para satisfacer las demandas del suelo lo cual se incorporo con un paso de rastra. El 30 de enero se fertilizaron las camas con una dosis de 100 kg./ha de 18-46-00.

3.24.6.-Instalación de la cintilla: El día 10 de febrero se coloca la cintilla al centro de las camas a una profundidad de 6 cm. la cual se cubrió con tierra, para evitar los problemas de roedores y el posible movimiento de esta por el viento cuando no se regara.

La cintilla utilizada, trabajó con una presión de 8 psi y un gasto de 1LPH. por gotero, separados a 30 cm, con el objeto de tener una mejor distribución del agua.

3.25.-Siembra: La siembra se realizó el 19 de febrero de 1998, dicha actividad se llevo acabo con una máquina sembradora para lo cual se tuvo que calibrar, considerando que para un 95% de germinación y un 76% de establecimiento se requiere sembrar 7 plantas/metro para lograr que se desarrollen 5 plantas/metro que representan una densidad de población de 58500 plantas por hectárea que corresponden a la densidad normal y para la alta densidad de 75000 plantas por hectárea que representan 11 semillas/metro.

3.26.-Densidad de siembra: En este trabajo las densidades de siembra fueron diversas, debido a que se establecieron diferentes separaciones entre planta y planta.

3.27.-LABORES CULTURALES

3.27.1.-Riego.

El objetivo que se pretende alcanzar con el riego, es satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, aplicando el agua de una manera uniforme y de forma eficiente, esto con el fin de que la mayor cantidad de agua sea almacenada en la zona radicular y esta se aprovecha por el cultivo. Los riegos deben de realizarse en el momento oportuno, lo cual fue determinado mediante tensiómetros, manejando una humedad del suelo a 30 centibares, durante todo el ciclo vegetativo del cultivo. El riego utilizado en el experimento fue el de riego por goteo, debido a la poca disponibilidad de agua en la región y con la finalidad de hacer más eficiente el uso de este recurso que cada vez se hace más escaso.

3.27.2 Fertilización.

La fertilización se debe mantener durante todo el ciclo del cultivo y llevando un control de las dosis de fertilización a aplicar en cada etapa crítica del mismo, para lo cual se consideraron dosis diferentes de acuerdo a la densidad utilizada. La fertilización se realizó simultáneamente con el riego, aumentando la eficiencia de la localización y la dosis de los abonos. El calendario de riego y la fertilización, se efectuó de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo.

3.27.3.-Control de malezas: La formación de malezas es considerada como uno de los factores más importantes que disminuyen el rendimiento en el cultivo de maíz, esto se debe a que el maíz crece muy lentamente en la primera etapa de su desarrollo; este peligro es particularmente grande con el crecimiento exuberante de las malezas en las regiones tropicales y subtropicales de humedad alternativa. Cualquier cultivo, y con más razón el maíz debe estar libre de malezas, ya que esta compite con este en el aprovechamiento de agua, luz, espacio y además disminuye los niveles de nutrientes. El control de malezas se

realizó en formas manual y con la aplicación de algunos productos químicos. La primera actividad realizada, fue un deshierbe manual, la cual se realizó después de haber germinado el maíz; Las labores que se realizaron y la muy buena preparación del terreno ayudó al cultivo para mantenerse libre de hierbas.

3.27.4.-Control de plagas: El control de plagas fue muy importante ya que nos ayudó a mantener el cultivo libre de estas en cada una de sus fases de desarrollo del maíz. Prácticamente existe peligro de daños parciales o totales, en casos extremos, desde el momento en que la semilla fue colocada en el suelo al sembrar, hasta la época en que se cosecha. Las plagas son consideradas como organismos superiores que atacan al vegetal para alimentarse de él. Pueden ser roedores, animales herbívoros e insectos, principalmente.

Cuadro 3.1 Las principales plagas del cultivo del maíz que se presentaron en la región de Anáhuac, N.L. son las siguientes:

Plaga.	Daños.	Control.
Pájaros	Extraen la semilla dejándola al aire libre lo cual disminuye el porcentaje de germinación	Se controló con espanta pájaros y cuetones.
Gusano Cogollero	Se alimenta del envés de la hoja y penetra en el cogollo destruyendo la yema terminal.	Se combatió con la aplicación del producto ARRIVO
Araña Roja	La ninfa y el adulto chupan los jugos de la hoja	Se combatió con la aplicación del producto Diazinon el día 10 de junio de 1998

Gusano cogollero. (*Spodoptera frugiperda*), es la única plaga que se presentó durante todo el ciclo vegetativo de nuestro cultivo, sin embargo, dicha plaga se controló en el momento adecuado, por lo que no ocasiono daños considerables

en la producción. El síntoma característico del Gusano cogollero es que se localizan en el cogollo del maíz, donde se alimenta de las hojas tiernas, las cuales al desarrollarse quedan agujeradas, el ataque a plantas muy chicas retarda su desarrollo e inclusive puede matarlas. El adulto es una palomilla de unos 3 cm de expansión alar; de color café-grisáceo; durante el día se le encuentra escondido en el follaje o en las grietas del suelo. Se controla con el producto Penatron.

ARAÑA ROJA (*Oligonychus mexicanus* y *O. Stichnevi*) (ARACNIDA). En esta la ninfa y el adulto se alimentan al chupar los jugos de las hojas.

3.27.5.-Control de Enfermedades.

Las enfermedades de las plantas se manifestaron por funcionamientos anormales de las mismas, producidas por microorganismos llamados patógenos. Las plantas en la etapa de desarrollo pueden presentar ataque de enfermedades desde que germinan hasta que se transplantan según sea el caso. Las enfermedades provocan marchitez, pudriciones, trastornos fisiológicos, floración o desarrollo minimizado de la planta y la muerte de una o varias plantas, en algunos casos graves, destruyen el cultivo en su totalidad.

3.27.6.-Cosecha: La cosecha de maíz para producción de grano se realizó en forma manual y una vez recolectadas las mazorcas se colocaron en un lugar seco. Esta labor fue realizado con mucho cuidado, para que los resultados fueran lo más preciso posible ya que en ocasiones se dejan mazorcas en las matas de maíces y esto varia los datos de producción, durante este período se

tuvo que utilizar algunos costales y clavos para poder realizar la abertura de la mazorca y también se utilizaron tabicones para que se pudiera desgranar el maíz.

3.28.-PLANTEAMIENTO DEL EXPERIMENTO

El análisis de varianza del experimento estuvo determinado por medio del programa MSTAT de la universidad de Michigan E.U.A. dentro del cual se encuentra el programa de la t de student que se utilizó para determinar la significancia de los tratamientos comparándolos unos con otros, cabe señalar que se hicieron análisis de rendimientos de los híbridos experimentados; el arreglo de los tratamientos fue como sigue.

Cuadro 3.2 Arreglo de los Tratamientos de Acuerdo al Material Vegetativo Utilizado así como al Tipo de Densidad de Población

TRATAMIENTO	MATERIAL	CLAVE	REPRESENTA
1	PIONNER 3044-W	P-3044-W	ALTA DENSIDAD
2	HIBRIDO 435	H-435	ALTA DENSIDAD
3	ASGROW 7573	A-7573	ALTA DENSIDAD
4	HIBRIDO 436	H-436	ALTA DENSIDAD
5	PIONNER 3050 W	P-3050-W	ALTA DENSIDAD
6	HIBRIDO 436	H-436	BAJA DENSIDAD
7	ASGROW 7573	A-7573	BAJA DENSIDAD
8	HIBRIDO 435	H-435	BAJA DENSIDAD
9	PIONNER 3044	P-3044-W	BAJA DENSIDAD
10	PIONNER 3050 W	P-3050-W	BAJA DENSIDAD

Cuadro 3.3. Las Dosis de Fertilización Utilizadas se Presentan de Acuerdo a la Densidad de Población.

# CAMA	VARIEDAD	N	P	K
1	P-3044W	400	184	440
2	H-435 AD	400	184	440
3	A-7573 AD	400	184	440
4	H-436 AD	400	184	440
5	P-3050w	400	184	440
6	H-436 N	119	69	0
7	A-7573 N	119	69	0
8	H-435 N	119	69	0
9	P-3044W N	119	69	0
10	P-3050W N	119	69	0

RESULTADOS

Después de haber obtenido la cosecha y haber procedido a ordenar la información de las diferentes variables a analizar, para proceder a realizar el análisis estadístico, se obtuvieron las siguientes gráficas correspondientes a cada uno de los parámetros observados e inmediatamente después se hizo la discusión de los resultados obtenidos.

Cuadro 4.1. Densidades de Población Reales en la Unida Experimental (plantas por Ha)

# CAMA	Repetición	PLANTAS	% DE ESTABLECIMIENTO
1	p-3044W	52941	71
2	H-435 AD	64706	86
3	A-7573 AD	47509	63
4	H-436 AD	52441	70
5	P-3050w	58824	78
6	H-436 N	41176	75
7	A-7573 N	41176	75
8	H-435 N	29412	54
9	P-3044W N	35294	64
10	P-3050W N	41176	75

Como podemos apreciar en este cuadro las densidades de población no se lograron establecer al 100% esto probablemente debido a la presencia de enfermedades o plagas al momento de la germinación que influyeron para que no se obtuviera la densidad de población deseada.

Cuadro 4.2. Aplicación Real de Fertilizantes en Kg Durante Las Etapas Fenológicas del Cultivo de Maíz en Alta Densidad de Población.

Etapa Fenológica	N	P	K
3	57	16	56
4	79	21	110
5	79	21	110
6	0	12	35
7	20	14	14
8	63	25	24
9	63	25	24
10	3	17	0

Cuadro 4.3. Aplicación Real de Fertilizantes en Kg. Durante Las Etapas Fenológicas del Cultivo de Maíz en Baja Densidad de Población.

Etapa Fenológica	N	P	K
3	17	6	0
4	24	8	0
5	24	8	0
6	0	4	0
7	6	5	0
8	19	9	0
9	19	9	0
10	1	6	0

Como podemos observar en los cuadros 4.2 y 4.3 realmente las aplicaciones de fertilizantes fueron mayores en altas densidades de población que en los tratamientos con una mayor densidad de población esto atendiendo a los resultados que se querían obtener que este caso se obtuvieron mayores rendimientos con la aplicación de una dosis de fertilizantes más alta. También se aprecia que en algunas etapas se tiene un mismo consumo de fertilizantes ya que en estas las plantas se puede mencionar que probablemente consumen los mismos porcentajes de fertilizantes y en algunas etapas no hubo aplicación ya que el cultivo no requiere de ese elemento para su desarrollo en esa etapa establecida.

Como podemos apreciar en el desarrollo del cultivo, las lluvias que se presentaron durante el ciclo del cultivo no influyeron en lo referente al rendimiento del mismo ya que estas fueron mínimas, tomando en cuenta las temperaturas estas tienen un papel muy importante dentro del cultivo ya que estas en ocasiones disminuyen el rendimiento dependiendo de que tan altas se presenten, estas oscilaron entre 30 y 44 °C

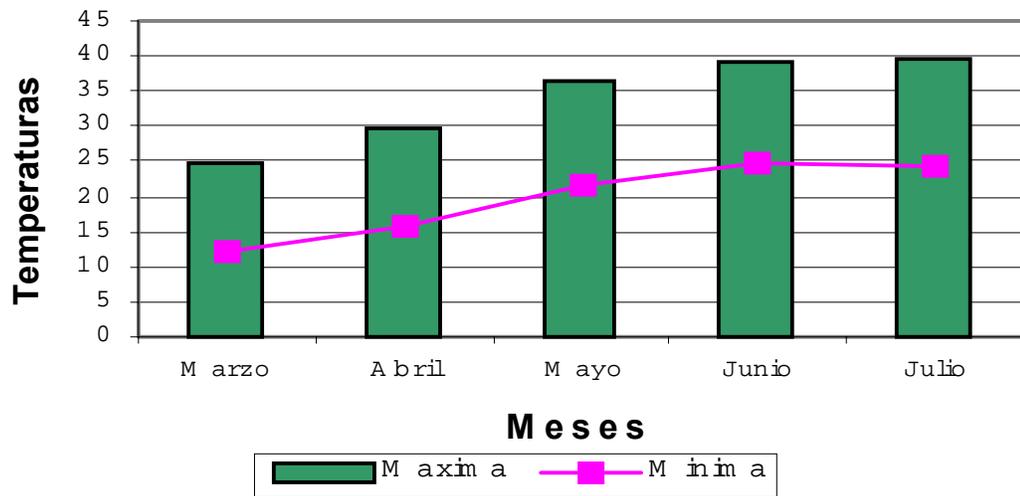


Figura 4.1. Temperaturas Medias Durante el Ciclo del Cultivo de Maíz (Zea Mays)

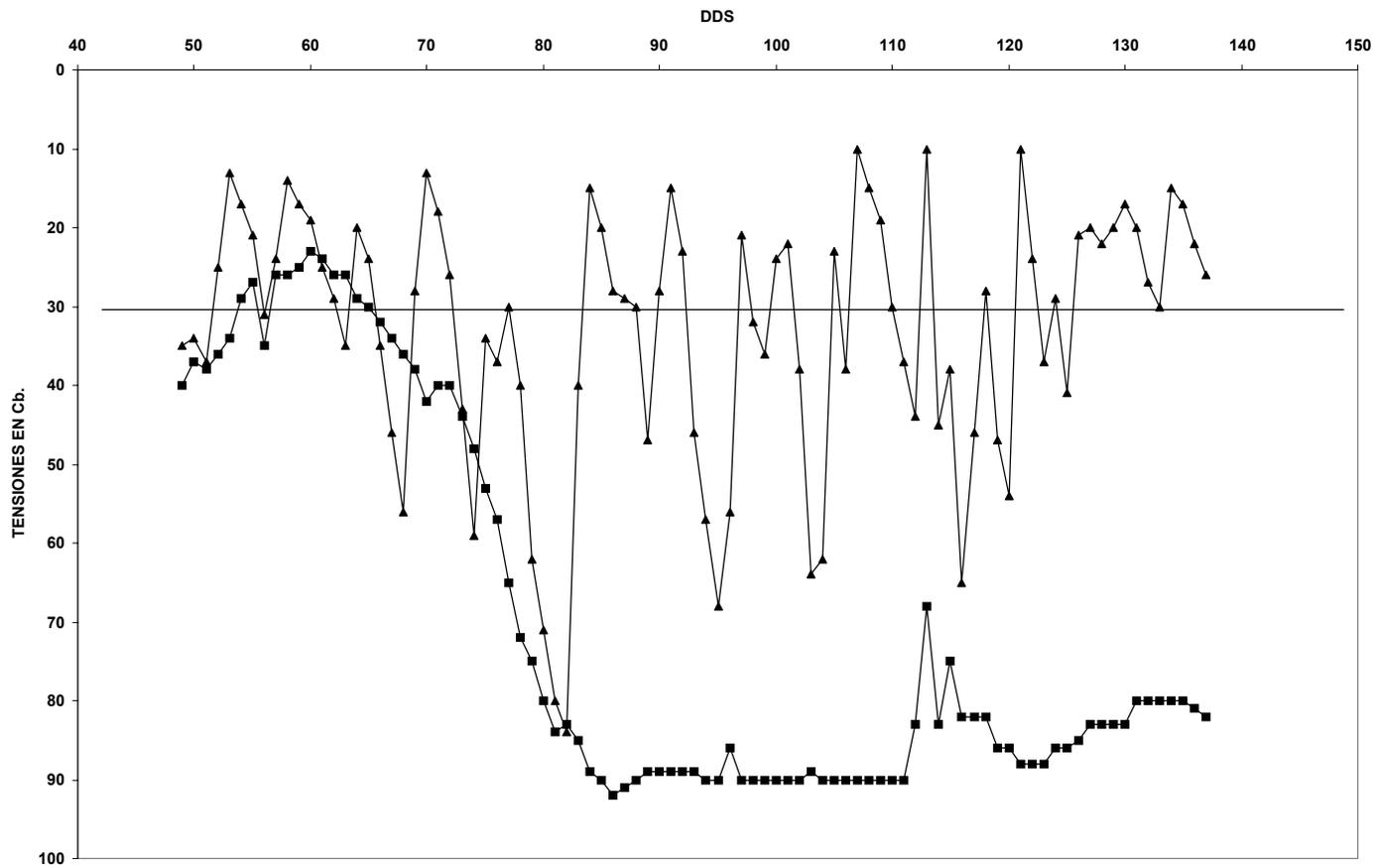


Figura 4.2 COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN LAS PROFUNDIDADES DE 0-30 Y 60-90 EN BAJA DENSIDAD DE POBLACIÓN

—▲— 0-30DP55 —■— 60-90DP55

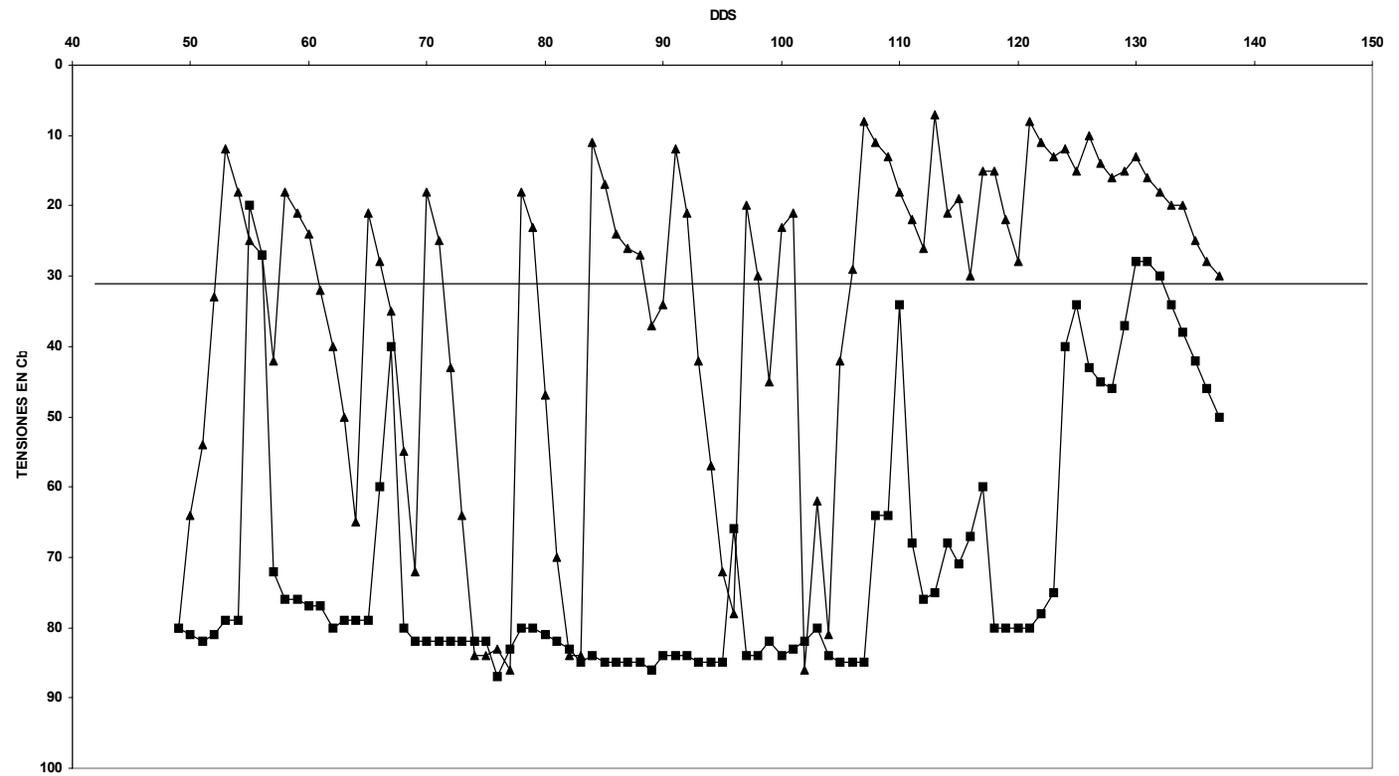


Figura 4.5 COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN LAS PROFUNDIDADES DE 0-30 Y DE 60-90 CM EN ALTA DENSIDAD DE POBLACION

▲ 0-30DP80 ■ 60-90DP80

Para ver el efecto de la tensión de la humedad del suelo en la alta densidad de población se compararon los estratos monitoreados y se desglosan a continuación:

Los cambios de humedad en el estrato de 0-30 a través del ciclo para alta densidad de población fueron muy drásticos ocasionado por el consumo hídrico de las plantas, por lo cual se tenía la necesidad de que cada vez que los tensiómetros marcaban valores muy elevados se procedía a regar para mantener al cultivo en condiciones óptimas de humedad que correspondía a 30 Cb., en este estrato se mantuvo la mayor cantidad de humedad disponible para la planta ya que el riego permitía tener una humedad más uniforme dentro del mismo lo cual era muy benéfico para las plantas.

Se detecto una uniformidad de la curva de tensiones para el estrato de 60-90 cm. lo que permite establecer que a mayor profundidad de suelo la variabilidad de la humedad es menor lo cual se confirma en al figura (4.5). En la que se observa que el movimiento de la curva tiende a ser una línea y existe un cambio drástico conforme pasa el ciclo del cultivo ya que las pérdidas por evaporación no llegan hasta esa profundidad por lo cual las tensiones se mantienen con una variabilidad muy pequeña; en este estrato se tuvo muy poco contacto el rango de humedad disponible excepto en algunas ocasiones en donde la gráfica marca ciertas tensiones más bajas que en el estrato de 0-30 cm, esto probablemente debido a la radiación solar que recae mas directo sobre este estrato, en cuanto a los pequeños periodos en que se mantuvo humedad disponible en este estrato se debió probablemente a un riego muy prolongado que se dio o a la presencia de lluvias en la región y al final la gráfica se observa que el cultivo ya no aprovechaba en gran cantidad el agua es por ello que se tienen tensiones muy bajas en los dos estratos

Para la densidad normal se puede observar que se mantienen una característica similar en cuanto al movimiento de las tensiones en el mes de

junio que es el mes en donde la planta presento el mayor consumo de agua por lo cual se mantuvo muy poca humedad disponible ya que la planta necesitaba gran cantidad de agua para el llenado del grano así como para la madurez del fruto y para el caso de las primeras etapas las condiciones de humedad se mantuvieron alrededor del valor que se contemplo como punto de control.

Cuadro 4.4. Rendimiento obtenido en Kg./Ha de las variedades experimentadas con alta y baja densidad de población y sus niveles de significación obtenidos en el análisis estadístico.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO Ton/Ha.	SIGNIFICANCIA
H-436 Alta Densidad	7.357	A ** 2971
P-3044-W Alta Densidad	7.294	A ** 2908
H-7573 Alta Densidad	6.850	AB * 2464
H-435 Alta Densidad	6.788	AB * 2402
H-435 Densidad Normal	6.158	B * 1772
P-3050-W Alta Densidad	5.785	BC * 1399
P-3044-W Densidad Normal	4.966	CD NS 580
H-436 Densidad Normal	4.816	CDE NS 430
P-3050-W Densidad Normal	4.386	DE NS 0
A-7573 Densidad Normal	3.876	E NS 510

DMS= 1088 Kg.

CV= 23.05 %

Probabilidad al 0.05 %

** Altamente Significativo
 *Significativo
 NS No Significativo

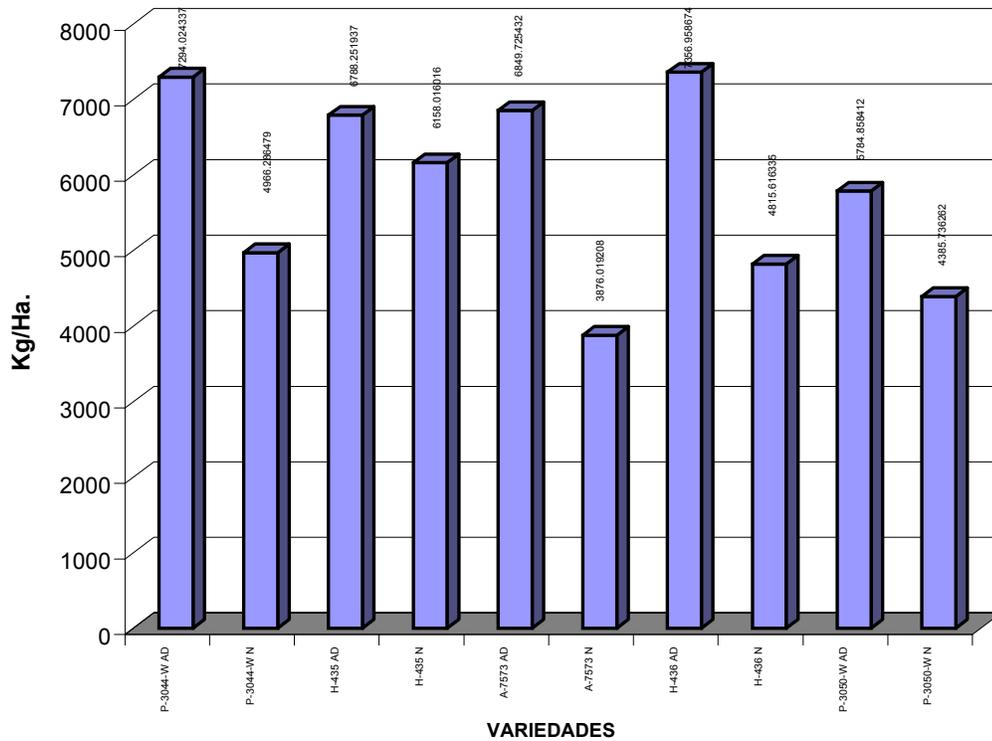


Fig. 4.4 COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO EN LOS DIFERENTES HIBRIDOS EXPERIMENTADOS

Como se observa en esta figura 4.6 el material vegetativo con mayor rendimiento fue la Pionner 3044-W en alta densidad de población el cual obtuvo un rendimiento de 7.357 Ton/ha, esto probablemente debido al número de filas y la longitud de la mazorca cosechada (ver cuadro 8.1 del apéndice), lo cual influyo en tener un mayor aumento en su peso en kg. Este híbrido supero en 63 Kg. a la material P-3044 W, también supero a al híbrido A-7573 con 507 Kg.; se hace esta comparación considerando estas variedades como las mejores que obtuvieron los más altos rendimientos tomando en cuenta que probablemente esto fue influenciado por el número de filas o la longitud de la mazorca de cosecha lo cual se puede observar en el cuadro 8.1 del apéndice.

Cabe mencionar que el híbrido que tuvo mayor rendimiento en este caso P-3044 W al ser sometida a baja densidad fue una de las que se mostro con mayor rendimiento quedando en segundo lugar lo que quiere decir que es una variedad que tanto en alta como en baja densidad se obtienen muy buenos resultados, por lo que hace un uso más eficiente del agua y de los nutrientes en la densidad normal; probablemente la radiación solar también influyo en que este híbrido tuviera estos resultados

En cuanto a los tratamientos de baja densidad de población el híbrido que tuvo mayor rendimiento fue la H-435 la cual tuvo un rendimiento de 4.966 Ton/ha, esta también obtuvo mayor número de filas y longitud en la mazorca de cosecha; esta material supero en 1.192 Ton/ha a la variedad P-3044 W, también supero al híbrido H-436 en 1.342 Ton/ha, cabe señalar que estos materiales vegetativos fueron los que obtuvieron mayor rendimiento. En este tratamiento se señala que la variedad que obtuvo el rendimiento más alto que fue la H-435 que al ser sometida a altas densidades de población se obtiene una disminución de su rendimiento lo que provoco que quedara en cuarto lugar al compararla con las demás variedades

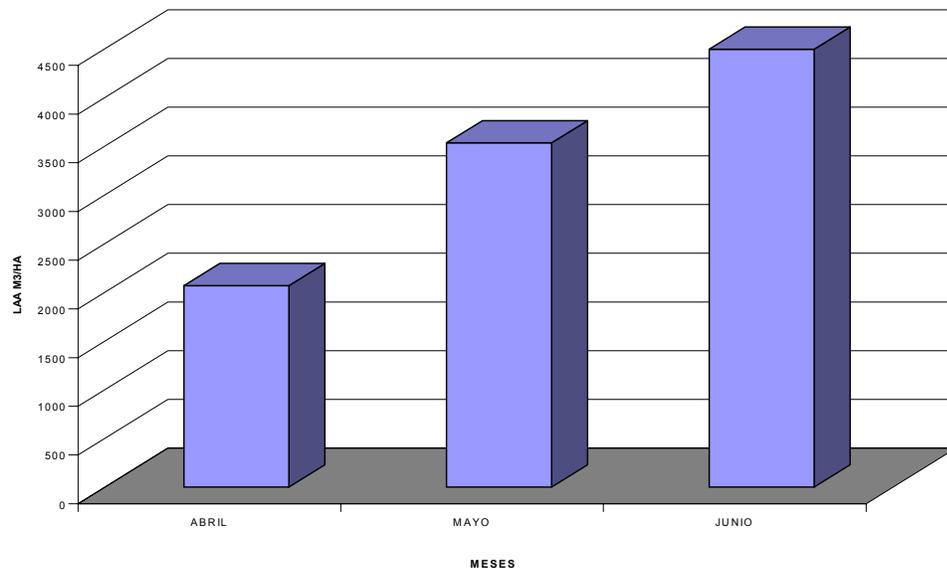


Figura. 4.5 LAMINA DE AGUA APLICADA EN LOS MESES DE ABRIL, MAYO Y JUNI EN MC/HA EN LA UNIDAD EXPERIMENTAL

Como se puede observar en la figura 4.5 el consumo de agua fue aumentando conforme el cultivo se fue desarrollando ya que en el mes de abril se tiene una aplicación de agua mucho menor que en el mes de mayo y por consiguiente es mucho más menor que el mes de julio que fue en donde el cultivo necesitaba mas humedad para tener un buen desarrollo del fruto y así obtener los mejores rendimientos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que la humedad disponible siempre estuvo constante ya que el sistema de riego por goteo cuenta con una mejor uniformidad de la distribución del agua en el suelo lo cual nos permitió tener un mejor aprovechamiento de esta por las plantas. De acuerdo a los niveles de humedad que se obtuvieron se puede llegar a la conclusión que la necesidades hídricas de la planta fueron bien satisfechas en el momento que el cultivo necesitaba más humedad o en las etapas que se necesita más disponibilidad de agua para un mejor desarrollo de la planta y así obtener muy buenos rendimientos

Se concluye que los híbridos evaluados responden de diferentes maneras a la densidad de población ya que en algunos casos las variedades que obtuvieron mayor rendimiento en baja densidad tienen rendimientos muy bajos en alta densidad de población, lo que nos indica un uso menos eficiente de del agua y de los fertilizantes aplicados; atendiendo a los resultados obtenidos se recomienda manejar densidades normales de población ya que la diferencia en Kg., en algunos casos, se dio debido al mayor número de plantas establecidas y a la mayor utilización de fertilizantes, esto nos lleva a la conclusión de que al utilizar más material vegetativo y dosis de fertilizantes mayores se tendrán costos más elevados, más trabajo y por lo consiguiente una disminución en la rentabilidad del cultivo.

Se recomienda utilizar el híbrido H-436 en alta densidad de población y la H-435 en baja densidad de población para la región de Anáhuac Nuevo León y con temperaturas altas como las que se hicieron presente en el año que se llevo a cabo el experimento que en este caso fue en 1998.

BIBLIOGRAFIA

Braver, H. D. 1973 Fitogenética aplicada. 1ª edición. Editorial Limusa, México

Centro de Investigaciones Agrarias. 1980 El cultivo de maíz, Editorial limusa, México.

Días del P. A. 1954 El maíz. Ediciones Agrícolas "TURIO". México

Jugenheimer, R. N. 1981 El maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Ed. Limusa S.A. México. PP 342-466.

Llanos, M. 1984. El maíz. Editorial mundi prensa. Madrid. 3ª edición pp 15-25

MC. ING. Robles, S. R. 1986 Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa S.A. 4ª ed. México. pp 22-27

Rodríguez S. F. 1982 Riego por goteo ediciones AGT S.A. 1ª Edición. México D.F. pp 118-121

Stewart, J.I. et al. 1975 Irrigación corn and gran sorgum with a deficit water supply. Transaccions of the ASAE. Michigan. U.S.A. Pp 270-280.

Robins, J. S. and C. E. Domingo. 1953 Some effects of severe soil moisture déficits at specific growtl stages in corn. Agronomy Journal. Wisconsin. U.S.A.

García, R. J. J. Efecto del número de riegos en la calidad física y fisiológica de la semilla de maíz (Zea Mays) H-135 y su relación a la fuente de polen. Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.

SAGAR, INIFAP. 1996 Híbridos y Variedades de Maíz Liberados por el INIFAP hasta 1996. Publicación No. 16. Toluca México

Martínez Elizondo, R. 1991. Riego Localizado: Diseño y Evaluación. Primera Edición. Universidad Autónoma Chapingo. México D.F.

Rojas P.L. y Briones, S.G. 1994. Sistemas de Riego. U.A.A.A.N. Saltillo, México

APENDICE

Cuadro 8.1. Número de filas y longitud en cm de las mazorcas obtenidas en la cosecha de los diferentes Híbridos de maíz.

VARIETADES	FILAS	LONGITUD EN CM,
P-3044-W A	14	13.4792
P-3044-W N	14	12.2708
H-435 A	16	11.2917
H-435 N	16	13.2267
A-7573 A	14	13.5417
A-7573 N	14	11.875
P-3050-W A	14	11.6458
P-3050-W N	14	13.8542
H-436 A	16	11.2292
H-436 N	14	11.6875

Cuadro 8.2 Comparación de Todos los Tratamientos para Obtener los Niveles de Significancia.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	NS 0	NS 506	NS 444	NS 63	* 1509	* 2478	* 3418	* 1136	* 2328	* 2908
2		NS 0	NS 62	NS 569	NS 1003	* 1972	* 2912	NS 630	* 1822	* 2402
3			NS 0	NS 507	NS 1065	* 2034	* 2974	NS 692	* 1884	* 2464
4				NS 0	* 1572	* 2541	* 3481	* 1199	* 2391	* 2971
5					NS 0	NS 969	* 1909	NS 373	NS 819	* 1399
6						NS 0	NS 940	* 1342	NS 150	NS 430
7							NS	* *	* *	NS

							0	2282	1090	510
8								NS 0	* 1192	* 1772
9									NS 0	NS 580
10										NS 0

NS=NO SIGNIFICATIVO

*=SIGNIFICATIVO

Cuadro. 8.3 Lamina de Agua Aplicada Durante los Mese de Abril, Mayo y Junio en M³/Ha

MESES	Lamina de Agua Aplicada M ³ /Ha
ABRIL	2067.2715
MAYO	3532.802
JUNIO	4493.65

Cuadro No. 8.4 Etapas Fenológicas del Cultivo de Maíz.

ETAPAS	FENOLOGIA CULTIVO	DIAS
2	4 HOJAS	12
3	8 HOJAS	15
4	12 HOJAS	13
5	16 HOJAS	12 Días 75% PLANTAS
6	ESPIGA	12 DDE 5
7	JILOTE	24 DDE 5
8	FORMACION DE GRANO	36 DDE 5
9	DENTADO	48 DDE 5
10	MADUREZ	60 DDE5