

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE INGENIERIA



**Determinación de Niveles Optimos de Nutrientes en Maíz con
Fertirrigacion.**

Por:

ANGEL RIVERA GARAY

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

**Determinación de Niveles Optimos de Nutrientes en Maíz con
Fertirrigacion.**

Realizado por:

ANGEL RIVERA GARAY

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

Ingeniero Agrónomo en Irrigación

Presidente del Jurado

MC. Lindolfo Rojas Peña

Asesor Principal

MC. Marco Antonio Arellano García

Asesor Principal Externo

MC. Luis Edmundo Ramírez Ramos

Coasesor

ING. Rolando Sandino Salazar

Coasesor

Ing. Jesús Valenzuela García

COORDINACION DE LA DIVISION DE INGENIERIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila., México.

Marzo de 1999

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios le doy las gracias por averme permitido venir a este mundo en que a hora vivimos y a ser en mi su voluntad.

A mi Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”: por que en sus aulas y docencia del Departamento de Riego y drenaje me ayudaron adentrarme en el mundo del conocimiento y forjar en mi el logro perseguido.

Al “INIFAP” Campo Agrícola Experimental “Anahuac N.L.” por permitirme realizar mi trabajo de tesis en el proyecto “Fertirrigacion en Maíz”.

Al M.C. Lindolfo Rojas Peña, por brindarme su amistad y conocimientos y su tiempo para la elaboración y terminación de este trabajo.

Al M.C. Marco Antonio Arrellano García, principalmente por permitirme, darme la oportunidad de tomar parte de sus proyectos de investigación y que a la vez me brindo la oportunidad de utilizar conocimientos adquiridos y seguir adquiriendo mas, segundo por brindarme su apoyo, amistad y gran parte de su tiempo para la realización y terminación de este trabajo.

Al M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos, por haber aportado parte de su tiempo y conocimiento en la realización y terminación de este trabajo.

Al M.C. Rolando Sandido Salazar, por haber aportado parte de sus conocimientos para la terminación de este trabajo.

Al personal docente, Laboratoristas y a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron con su granito de arena para la culminación de este trabajo.

DEDICATORIAS

Con profundo respeto, amor y admiración a los seres que más quiero en la vida.

MIS PADRES

Sr. Pedro Rivera Hernandez.

Sra. Braulio Garay Nabor.

Porque son y han sido el máximo ejemplo a seguir. Ya que a pesar de haber enfrentado muchos problemas y sufrimientos en esta vida siguen con la firmeza de siempre, llevando en su persona la humildad, honestidad y respeto tanto a las demás como así mismos.

Gracias porque ustedes han sido el factor más importante para que yo llegara a cumplir el objetivo propuesto. Ser un profesionalista.

A mis hermanos

Maricela, Carmela, María Dolores, José Luis, Pedro, Guadalupe, Nieves, Susana, Dulce Rosario, Diego Alfredo.

A ellos que siempre me dieron la confianza, apoyo y comprensión que tanto requería para seguir adelante.

A todos mis sobrinos

Que vinieron a dar alegría a nuestra familia: Magaly, Karina, Luis Felipe, Mijayl Andy, José Luis y la nena.

A todos mis tíos y primos

Que me dieron el apoyo necesario para seguir adelante.

A mis amigos

Francisco, Pablo, Misael, Everardo(+), Nestor(+), Alexis, Patiño, Valentín, Rosy, Prof. Javier Ríos, Damián, Osvaldo, Yanira, Aurora, Bella Karmina, Nallely, Yesenia, Esmeralda, Lucero, Angélica, Estela, Emilia, Marisol, Mireya, Juanis, Nadine, Lolys, Erika, Leticia, Arturo, Nicolás, Gonzalo, Omar, Rogelio, Ivan Paco, Anita, Juventino, Ponce, Sergio, Claudio, Jorge, Jaime, Enoc, Dr. José Luis. Ing. Orlando.

A mi novia

Abelina con infinito Amor, quien me alienta y esta de mi parte en los momentos difíciles de la vida, ayudándome de esta forma a salir adelante.

A todos mis compañeros del Equipo de “Basquet bool” de la UAAAN. Y a mis compañeros de la Generación LXXXVI.

A todas aquellas personas que de alguna forma han colaborado en mi formación profesional, gracias.

INDICE DE CONTENIDO

Pag.		
	I. INTRODUCCION.....	1
	OBJETIVOS.....	3
	
	HIPOTESIS.....	3
	
	II. REVICION DE LITERATURA.....	4
	
	2.1. Antecedentes.....	4
	2.2. Características botánicas de la planta.....	4
	
	2.2.1. Pericarpio.....	5
	
	2.2.2. Endosperma.....	5
	2.2.3. Embrión.....	6
	2.3. Descripción taxonómica.....	6
	2.4. Crecimiento y desarrollo de la planta.....	6
	2.4.1. Planta.....	8
	2.4.2. Tallo.....	8
	2.4.3. Hoja.....	8
	2.5. Sistema radicular.....	8
	2.5.1. Raíz seminal o principal.....	8
	2.5.2. Raíces adventicias.....	9
	2.5.3. Raíces de sostén o soporte.....	9
	2.5.4. Raíces aéreas.....	9
	2.6. Uso del maíz.....	9
	2.7. Fisiología.....	10
	2.8. Control de enfermedades.....	10
	2.9. Síntomas generales de algunas enfermedades del maíz.....	11

2.10. Factores que afectan el desarrollo de las enfermedades del maíz.....	12
2.11. Plagas mas importantes del maíz y su control.....	12
2.11.1. Pájaros y roedores.....	12
2.11.2. Acaros.....	12
2.11.3. Trips.....	13
2.11.4. Pulgones.....	13
2.11.5. Barrenador del maíz.....	13
2.11.6. Gusano cogollero.....	13
2.11.7. Gusano elotero.....	14
2.12. Condiciones favorables del suelo y clima.....	14
2.13. Requerimientos hídricos.....	15
2.14. Salinidad.....	15
2.15. Riego por goteo.....	16
2.16. Aspectos de la fertirrigación.....	18
2.16.1. Fertirrigacion.....	18
2.16.2. Ventajas de la Fertirrigacion.....	19
2.16.3. Limitaciones.....	20
2.17. Componentes del sistema de fertirrigación.....	23
2.18. Normas practicas de la fertirrigación.....	23
2.18.1. Frecuencia.....	23
2.18.2. Concentración.....	23
2.18.3. Frecuencia de precipitados.....	24
2.19. Equipos de inyección.....	24
2.19.1. Inyector venturi.....	24
2.19.2. Bombas de derivación.....	25
2.19.3. Tanque diferencial de presión.....	25
2.20. Compatibilidad de los fertilizantes.....	26
2.21. Solubilidad de los fertilizantes.....	26
2.22. Indice de sal de algunos fertilizantes.....	28
2.23. Composición y acidez de algunos fertilizantes.....	29

2.24. Características de los diferentes fertilizantes.....	30
2.25. Comportamiento de los nutrientes en fertirrigación.....	31
2.26. Fertilización de micronutrientes.....	32
2.26.1. Cloro.....	33
2.26.2. Boro.....	33
2.26.3. Zinc.....	33
2.26.4. Hierro.....	34
2.26.5. Manganeseo.....	34
2.27. Reglas básicas para la preparación de las mezclas.....	34
2.28. Metodología para realizar adecuadamente la programación de la Fertirrigación.....	36
2.29. Tipos de obstrucciones en el sistema localizado.....	37
2.30. Riesgos de contaminación de la fuente de agua.....	38
2.31. Cosecha.....	38
III. MATERIALES Y METODOS.....	40
3.1. Localización.....	40
3.2. Ubicación geográfica y límites políticos.....	40
3.3. Área de influencia.....	40
3.4. Uso del suelo.....	40
3.5. Clima.....	41
3.6. Precipitación.....	41
3.7. Temperatura.....	41
3.8. Características Edafológica.....	42
3.9. Infraestructura.....	42
3.10. Vías terrestres y férreas.....	42
3.11. Infraestructura hidráulica	43
3.12. Volumen de la presa Venustiano Carranza.....	43
3.13. Sistemas de derivación y red de canales.....	43
3.14. Eficiencias de conducción.....	44
3.15. Superficie irrigada.....	44
3.16. Unidad productiva.....	44

3.17. Usuarios.....	45
3.18. Superficie de los usuarios.....	45
3.19. Maquinaria agrícola.....	45
3.20. Fuentes de financiamiento.....	45
3.21. Características del sitio experimental.....	46
3.22. Material utilizado.....	46
3.23. Equipo utilizado.....	47
3.24. Diseño experimental.....	47
3.25. Establecimiento del experimento.....	48
3.25.1. Preparación del terreno.....	47
3.25.2. Limpia.....	47
3.25.3. Rotura.....	48
3.25.4. Rastra.....	49
3.25.5. Nivelación.....	49
3.25.6. Acamado.....	49
3.25.7. Instalación de la cintilla.....	49
3.25.8. Siembra.....	50
3.25.9. Densidad de siembra.....	50
3.26. Labores culturales.....	50
3.26.1. Riego.....	50
3.26.2. Control de malezas.....	51
3.26.3. Control de plagas.....	51
3.26.4. Control de enfermedades.....	52
3.27. Análisis estadístico.....	53
3.28. Descripción de tratamientos.....	54
IV. RESULTADOS.....	56
V. CONCLUSIONES.....	66
VI. RECOMENDACIONES.....	67
VII. BIBLIOGRAFIA.....	68
VIII. APENDICE.....	71

INDICE DE CUADROS

	Paginas
Cuadro No. 1.1. Nos muestra las enfermedades mas comunes del — Maíz (Shaw y Dumenil, 1952).....	11
Cuadro No. 1.2. Temperaturas Optimas Para el Desarrollo del Maíz....	14
Cuadro No. 1.3. Algunos productos Fertilizantes (Burt et al, 1995).....	27
Cuadro No. 1.4. Muestra los Indices de Sal de Algunos Fertilizante — (Medina, 1979).....	28
Cuadro No. 1.5. Diferentes Porcentajes de Acidez de Fertilizantes --- (Medina, 1979).....	29
Cuadro No. 1.6. Características Edafologicas Representativas del A — rea experimental.....	46
Cuadro No. 1.7. Principales Plagas del Cultivo Maíz y su Control en — la Región de Anahuac N.L.....	52

Cuadro No. 1.8. Nos Muestra la Dosis de Fertilización de Macro y Micronutrientes para cada Uno de los Tratamientos Estudiados.....	54
Cuadro No. 1.9. Etapas Fenologicas del Cultivo del Maíz.....	51
Cuadro No. 1.10. Muestra los tratamientos con la fertilización aplicada así como el rendimiento y su Significancia.....	72
Cuadro No. 1.11. Muestra la Comparación de Todos los Tratamientos con la “t” Student al 0.05% de Probabilidad.....	73

INDICE DE FIGURAS

	Paginas
FIG. 1 Temperaturas Medias en el Periodo que se Realizo el - Experimento.....	56
FIG. 2 Gráfica del Comportamiento de Humedad del Suelo Durante el Ciclo del Cultivo.....	57
FIG. 3 Respuesta del pH en el Tallo y Hoja del Cultivo del Maíz.....	59
FIG. 4 Respuesta de los Nitratos en el Tallo y Hoja del cultivo de Maíz.....	60
FIG. 5 Respuesta de la Conductividad Eléctrica del Tallo y Hoja – del Cultivo de Maíz.....	61
FIG. 6 Respuesta del Potasio en Tallo y Hoja del Cultivo de Maíz.....	62
FIG. 7 Gráfica del Maíz de Acuerdo con la Aplicación de Macro y -- Micronutrientes.....	64

INTRODUCCION

México es un país eminentemente árido y semiárido donde el riego es indispensable para obtener cosechas comercialmente productivas, siendo las mismas características para la producción de alimentos a nivel mundial. Existe una creciente demanda en el consumo del maíz, debido tanto al incremento constante de la población, como en la participación de este cultivo en la dieta mexicana.

Un sistema de producción agrícola esta constituido por los siguientes componentes: Planta, Suelo, Clima y Hombre. Las plantas son las que reaccionan el proceso de fotosíntesis, que hace que se acumule materia seca y en ultima instancia, un producto de interés económico. El suelo donde crecen las plantas almacena el agua, proporciona el nutrimento y el soporte mecánico. La atmósfera interacciona con los dos factores anteriores y provee la energía y el agua de lluvia entre otros factores de crecimiento. Él ultima componente es el hombre, cuya función es optimizar dentro de lo económicamente razonable, los niveles de aquellos factores de la producción que se pueden manejar o controlar.

Las condiciones nutrimentales de los cultivos en un agrosistema determinado deben ser optima, si se quiere alcanzar rendimientos sobresalientes, esta condición se logra mediante la formulación y aplicación de un plan de fertilización. La formulación de dicho plan impone ciertas exigencias. La primera es dominar los conceptos teóricos de la nutrición de los cultivos, y la segunda es conocer con profundidad los aspectos de producción relativos al sistema y en particular, lo referente a la tecnología del uso de los fertilizantes.

La nutrición de los cultivos es un aspecto del proceso de producción estrechamente relacionado con el sistema y con sus componentes. De la planta interesa, entre otros su anatomía, la forma en que realiza la absorción y el transporte de los elementos esenciales, así como la de otros que afectan su crecimiento. Desde otro punto de vista la nutrición de los cultivos proporciona las herramientas útiles para controlar todos los insumos que la planta necesita para su crecimiento, los cuales deberán estar disponibles antes del crecimiento del cultivo hasta en el suelo y en niveles suficientes, para proporcionar elementos con el fin de que las concentraciones nutrimentales en la parte aérea o en cualquier otro órgano de referencia no sean inferiores a niveles de suficiencia establecidos previamente. Los factores de suelo asociados con los rendimientos son de carácter Físicos, Químicos y Biológico, los cuales son importantes en la nutrición de los cultivos. Sin embargo, los de mayor interés para el plan de nutrición son los relacionados con el ambiente químico. (Abastecimiento de nutrimento, acidez, alcalinidad y salinidad) y con el flujo del agua.

El flujo del agua es fundamental para el crecimiento de las plantas y los factores que la afectan, influyen en la disponibilidad de la humedad aprovechable. El agua es un componente indispensable de la solución de los nutrientes minerales contenidos en el suelo y que la planta requiere, esto proviene de reacciones químicas que ocurren entre el agua y la fase sólida. La fase sólida es la responsable de las reacciones que disminuyen la concentración de los elementos en la solución, ya que los grandes cambios que se han presentado en la industria y el mercado de los fertilizantes en México durante los últimos años se han reflejado en un incremento en la disponibilidad de diferentes insumos.

Los fertilizantes han penetrado el mercado Nacional con un renovado "ímpetu" ofreciendo hoy al agricultor y técnico nuevas opciones de manejo de nutrientes para la producción de los cultivos, los criterios para su recomendación,

selección, uso y manejo en la dosificación son determinantes en la obtención de altos rendimientos. El aprovechar al máximo el potencial genético que los nuevos híbridos y variedades ofrecen depende en gran medida de la correcta selección de los materiales fertilizantes así como del manejo a través del desarrollo de la especie vegetal a cultivar.

De acuerdo con lo anterior es indispensable que se realicen estudios locales que consideren las necesidades de nutrientes y agua para el desarrollo del cultivo, en función de las características del suelo, las condiciones climáticas y la interrelación de los factores de la producción. Durante la dosificación de químicos es importante predecir la respuesta del cultivo a las mezclas e ingredientes inyectados; de antemano prever la efectividad, solubilidad, compatibilidad, residualidad, economía y relaciones cinegéticas potenciales producidas de las aplicaciones en cuanto a su naturaleza, composición, concentración, dosis y movimiento de la fertirrigación.

OBJETIVOS

- **Determinar la dosis adecuada de nutrientes primarios secundarios y micronutrientes para el logro de la máxima expresión del rendimiento.**
- **Cuantificar el incremento en rendimiento causado por cada uno de los nutrientes secundarios y micronutriente de mayor influencia en estos cultivos.**

HIPOTESIS

- La dosis de fertilización que se aplica en el sistema es la adecuada para el desarrollo del cultivo obteniéndose mayor rendimiento.

REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes.

Robles (1978). Señala que el maíz tiene un origen geográfico inexacto, aun cuando sus evidencias lo sitúan en el sur de México y centro de América mencionando los países de Perú, Ecuador y Bolivia. Existen otras teorías con respecto al origen de esta gramínea, pero es indiscutible que la de mayor aceptación es la antes mencionada. Sin embargo, el origen de esta gramínea no se ha podido establecer con exactitud ya que precortesiana ya se cultivaba en América Latina.

Russell y Danielson (1956). Indica que en gran parte de la faja maicera de Estados Unidos, la demanda de agua para producir elevados rendimientos del país es superior en un 50% o más a la lluvia normal de los meses de Junio, Julio y Agosto. Por lo tanto los elevados niveles de producción dependen en gran medida de la utilización del agua a una profundidad de 1.50 mts. o más en un suelo profundo desde mediados de junio asta mediados de Septiembre.

Llanas (1984). La morfología del maíz la describe como una planta anual que llega a alcanzar hasta 5 mts. altura, la normal es de 2 a 2.5 muy robusta, su tallo es nodoso y macizo y presenta de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadas de 10 cm de anchos.

2.2. Características botánicas de la planta.

El maíz cuyo nombre botánico es *Zea mays* es de origen anual, su ciclo vegetativo oscila entre 80 y 200 días, desde la siembra hasta la cosecha y la estructura del maíz es la siguiente.

El grano de maíz maduro está compuesto por 3 partes principales: La cubierta de la semilla o pericarpio, el endosperma amiláceo y el embrión (también llamado germen). Cada una de estas partes tiene una constitución hereditaria; el pericarpio está formado totalmente por tejidos procedentes de la planta madre que produjo la semilla; el endosperma hereda dos tercios de la planta madre y un tercio del padre, el embrión recibe una contribución igual de ambos padres.

2.2.1. Pericarpio.

La función del pericarpio es proteger la semilla tanto antes como después de la siembra, limitando o impidiendo la entrada de hongos o bacteria que podrían invadir el grano. Si el pericarpio resulta dañado, la germinación de la semilla se torna más lenta, ya que organismos patógenos, pueden invadir la semilla en germinación y utilizar las reservas almacenadas antes del afianzamiento de la plantula.

2.2.2. Endosperma.

Este factor es la principal fuente de reserva energética del grano en la mayoría de los maíces dentados, esta parte representa aproximadamente cuatro quintos del peso total del grano, así mismo está compuesto por un 90% de almidón y un 7% de proteínas, con pequeñas cantidades de aceites minerales y otros componentes químicos. La función principal del endosperma consiste en proporcionar la alimentación energética a la planta joven hasta que este bien afianzada y sus hojas proporcionen sustancias energéticas.

2.2.3. Embrión.

El embrión esta formado por dos partes principales; el eje embrionario o planta nueva, y el escutelo que constituye una gran reserva de alimentos para la plantula en crecimiento.

2.3. Descripción taxonómica según (Bostin, 1970).

Reino----- vegetal

División----- tracheophyta

Clase----- angiospermae

Subclase----- monocotiledoneae

Grupo----- glumiflora

Orden----- graminales

Familia----- gramineae

Tribu-----maydeae

Genero----- *Zea*

Especie----- *Mays*

2.4. Crecimiento y desarrollo de la planta.

Comúnmente se hace una diferenciación entre las tres fases principales del desarrollo de las plantas como son: Los periodos vegetativos, reproducción, y de maduración. Estos periodos se pueden subdividir en las siguientes fases:

1. De la siembra al brote del surgimiento.

2. Del surgimiento hasta la formación de la panoja y de los cabellos (Periodo de desarrollo vegetativo).
3. Polinización y fecundación.
4. Producción de granos desde la fecundación hasta el peso seco máximo del grano.
5. Maduración o secado del grano y tallo.

El periodo de la siembra al brote de la plantula se caracteriza por una dependencia en alimentos almacenados en la semilla. Antes de la germinación se absorbe agua y se hincha, es necesario que esta este disponible para la absorción y el subsecuente desarrollo de la plantula, poco después que esta planta ha brotado se registra un cambio importante cuando deja de depender de los alimentos almacenados, durante esta etapa de su desarrollo, el maíz requiere de una cantidad limitada de humedad y nutrientes para el crecimiento que tiene lugar en esta etapa. El tiempo entre el surgimiento o brote de la plantula y la formación de la panoja constituye el periodo más variable de su desarrollo que varia de 50 o 75 días. Este intervalo ejerce una influencia máximo sobre el tiempo de maduración y la cosecha, siendo afectado por factores genéticos de las variedades y los híbridos y la fertilidad del suelo ya que el tiempo fresco y nublado prolonga el periodo vegetativo (**Bostin. 1970**).

La deficiencia de nutrientes también prolonga el intervalo que transcurre desde la bratación hasta la formación de la panoja o de los cabellos de la mazorca. El tiempo necesario para la aparición de estos ha sido acelerado frecuentemente desde 4 hasta 10 días con la adición de fertilizantes (**Dummenil y Shaw. 1952**).

El desarrollo de la vaina de la mazorca la formación del polen y fecundación, esta comprendido entre los 50 o 60 días, las mazorcas comienzan a crecer, cuando el suelo tiene muy poca fertilidad el surgimiento de los cabellos puede retratarse mucho más. La emisión de polen en el campo dura hasta una quincena. Sin embargo, bajo condiciones favorables la polinización se presenta

el primer día después de su surgimiento y en forma total usualmente ocurre en un periodo de tres días. Las condiciones de humedad y temperatura durante este tiempo son de vital importancia, ya que las condiciones desfavorables pueden resultar en rendimientos reducidos debidos a la mala polinización. La primera parte del periodo de producción de grano se da a las tres semanas del desarrollo de la vaina de la mazorca, las hojas de la mazorca y del cuerpo de esta, así como los granos tiernos, se presentan a las cuatro o cinco semanas, el desarrollo representa un incremento en el peso seco de los granos en formación. El 85% del peso seco del grano, se producirá en este ultimo periodo. Se ha investigado que la absorción de nutrientes varia ampliamente dependiendo del nivel de fertilidad del suelo y de las condiciones ambientales.

2.4.1. Planta.

Existen variedades enanas de 40 a 60 cm de altura hasta los gigantes de 200 a 300 cm, el maíz común no produce masallos.

2.4.2. Tallo.

Es leñoso y cilíndrico, y el numero de los nudos varia de 8 a 25 con un promedio de 16.

2.4.3. 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 numero de hojas por planta varia entre 8 y 25.

2.5. Sistema radicular.

2.5.1. Raíz seminal o principal. Este tipo está representado por un grupo de una o cuatro raíces que pronto dejan de funcionar, lo cual se origina en el embrión y suministra nutrientes a la semilla en las primeras semanas.

2.5.2. Raíces adventicias.

El sistema radicular de una planta es casi totalmente de tipo adventicio, lo que origina se puede alcanzar hasta casi 2 metros de profundidad.

2.5.3. 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. Así mismo las raíces de sostén realizan la fotosíntesis.

2.5.4. Raíces aéreas. Son raíces que no alcanzan el suelo.

El maíz es monoico es decir tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta, las flores son entamadas o pistiladas. Las entamadas o masculinas están representadas por la espiga. Los pistilados o femeninos son las mazorcas.

2.6. Uso del maíz.

El maíz se usa principalmente para la alimentación humana en la mayoría de las regiones del mundo, en contraste con E.U donde aproximadamente 85% de la cosecha es utilizado como alimento de ganado. Un porcentaje elevado de la cosecha del norte de Europa se usa para forraje (verde). El maíz como cultivo forrajero comprende el forraje verde, el rastrojo y el ensilaje, el primero está constituido por la planta completa fresca o curada, el rastrojo comprende la

planta seca de maíz sin mazorca. El maíz se usa para alimento pecuario de diferentes maneras, puede usarse para; obtención de granos, ensilaje, alimento de cerdo, pastoreo y forraje; En E. U se usa el 40% de grano como alimento para cerdos, 29% en ganado vacuno y 19% para aves de corral, la industria elaboradora de alimento mixto para el ganado, es el principal consumidor industrial de maíz desgranado. El maíz es probablemente el material orgánico mas barato y puro de la agricultura americana, disponible para uso industrial a gran escala (**Mangelsdorf y Wellhausen 1982**).

2.7. Fisiología.

La fisiología del maíz esta determinada en gran medida por el factor genético, la forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales. Bajo condiciones apropiadas de temperatura, humedad, y aireación, el maíz germina dentro de los seis días posteriores a la siembra, no requiere de luz para germinar y por general no presenta problemas de latencia o dormancia. En cambio en la fase vegetativa o la fase productiva se produce mas temprano, cuando el periodo de cultivo coincide con días cortos, durante días largos, el maíz flórese tardíamente (**Heiman et. Al 1982**).

La floración es afectada por la temperatura, cuando se presentan valores superiores a los 30°C tiende a provocar una inflorescencia masculina más temprana, que la femenina, bajo condiciones de valores menores a los 20° C la inflorescencia femenina apárese mas temprana que la masculina. La disposición floral favorese una polinización cruzada, bajo condiciones normales, la autofecundación es alrededor del 5%, la diseminación del polen se efectúa por medio del viento, las fuerzas gravitacionales las abejas. La duración del ciclo de vida del maíz depende de las condiciones genéticas, periodo de sequía y temperaturas altas que provocan una maduración temprana (**Pedro Reyes C. 1983**).

2.8. Control de enfermedades.

La planta de maíz es atacada por varias enfermedades, afortunadamente este ataque que no suele ser grave ya que la mayor parte de los híbridos actualmente son resistentes a las enfermedades comunes, en sus respectivas áreas de adaptación, sin embargo la resistencia a enfermedades específicas pueden ser muy valiosas de modo que vale la pena considerarlas en la elección de híbridos para su establecimiento (**Dumenil 1952**).

2.9. Síntomas generales de algunas enfermedades del maíz.

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

Cuadro No. 1.1. Nos muestra las enfermedades más comunes del maíz (**Shaw y Dumenil 1952**).

ENFERMEDADES	SINTOMAS
Pudrición de la semilla	Mancha y tizones de las plantulas que ocasionan necesidad pobre o irregular.
Pudrición del tallo y de las raíces	Los tallos se rompen con facilidad, están descoloridos y huecos y las raíces podridas.
Pudrición de mazorca y granos	Granos, Mazorcas y olores enmohecidos y podridos.
Pudrición de almacenamiento	Maíz enmohecido en graneros y bodegas.
Enfermedades de las hojas	Manchas redondas u ovaladas hasta prolongarse en áreas muertas en las hojas.
Roya común	Pequeñas pústulas café rojizas en las hojas
Carbones	Ulceras llenas de polvo negro, afectando parcial o

	totalmente las mazorcas y espigas.
Mosaicos	Plantas raquílicas o achaparradas y arbustivas. Hojas jaspeadas de verde claro y oscuro que posteriormente se vuelven amarillentas.
Mildiu	Espigas con foliolos, no funcionan plantas raquílicas.

2.10. Factores que afectan el desarrollo de las enfermedades del maíz.

La severidad de las enfermedades del maíz, como la de otros cultivos, varía de un año de una localidad a otro, dependiendo de la presencia del patógeno, de las condiciones climatológicas, del suelo y de la resistencia o susceptibilidad relativa del maíz. Los tres factores deben de estar presentes y balanceados para que se desarrolle la enfermedad, aun cuando este presente un organismo que cause una enfermedad (Patógena) y el medio ambiente sea favorable, la enfermedad se desarrollara poco o nada si el híbrido del maíz es altamente resistente. De igual manera, la enfermedad probablemente no se desarrolla si el organismo esta presente y el maíz es susceptible, pero en el medio ambiente es desfavorable. Las enfermedades vírales dependen, además de los factores mencionados, de lesiones en las plantas, las que con frecuencia son hechas por insectos que las transmiten. La fertilidad y el pH son otros factores ambientales que pueden afectar la severidad de algunas enfermedades (**Bastin 1970**).

2.11. Plagas más importantes del maíz y su control.

2.11.1. Pájaros y roedores

Estos comen los granos maduros lo que ocasiona una disminución en el rendimiento, los pájaros se pueden controlar con cebos envenenados. En los roedores se consideran las ratas, ratones y tusas, estos roedores atacan las plantas jóvenes del maíz. Para su exterminio se usan cebos envenenados a base de Warforina, Estricnina y sulfato de talio, es necesario destruir también los nidos.

2.11.2. Acaros.

Estos viven en las hojas, formando pequeñas colonias, el área infestada presenta un color blanquecino polvoso, los Acaros chupan la savia de la planta, lo que provoca que se sequen las hojas, para su control se aplican carbofenation, Dimethoato, Azinfos, Métilico y Paratión Métilico.

2.11.3. Trips.

Los trips raspan y chupan la savia de los tejidos tiernos, se notan grandes cantidades de pequeños insectos de color amarillo o blanco sucio, que se mueven con rapidez, estas encuentra en el haz y envés de la hoja; para controlarlos es necesario asperjar la planta con insecticidas, como Malation, Carboril, Paratión, Etlíco, Dimethoato y Diazinón.

2.11.4. Pulgones.

Existen varias especies que se comen las hojas, el tallo y las espigas, los pulgones deforman la planta, también son transmisores de enfermedades virosas, un daño indirecto provocado de esto consiste en la secreción de una mielecilla que favorece ciertos tipos de hongos. Estos destruyen la transpiración y el procesos de fotosíntesis de la planta, se controla de la misma manera que los Trips.

2.11.5. Barrenador del maíz.

Las larvas se alimentan del follaje y penetran en los tallos donde pasan la mayor parte de su estado larval y pupal, una vez que la larva penetra en el tallo es difícil controlarla, para ello se usan insecticidas sistémicos, como el Dyfonate, Methamyl, Acefate y Carbofuran.

2.11.6. Gusano Cogollero.

Las larvas se alimentan del envés de la hoja y penetran en el cogollo destruyendo la yema terminal. Por esto la planta detiene su desarrollo, se seca

y finalmente muere, los gusanos barrenan los tallos al nivel del suelo, para combatirlos se necesita aplicar insecticidas como, sevin Clorpirifos, Carbaryl o Metalcamate, en estado temprano de la planta.

2.11.7. Gusano elotero.

La palomilla deposita sus huevos en los estigmas, las larvas penetran en el elote para posteriormente comérselo, su control químico es difícil sin embargo se controlan mediante fumigaciones aéreas. Este insecto pasa su estado pupal en el suelo, las poblaciones de este insecto se reducen mediante el barbecho y la labranza.

Algunos insectos se vuelven resistentes a los insecticidas, para evitar esta situación se recomienda alternar las fumigaciones con diferentes grupos de insecticidas **(Shaw y Dumenil 1952)**.

2.12. Condiciones favorables del suelo y clima.

El maíz se desarrolla en suelos bien drenados y fértiles, el cultivo se da mejor en terrenos arcillosos rojizos bien aireados y profundos, que contengan abundante materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. En regiones con temperatura de verano moderadamente elevados, noches cálidas y lluvia adecuada y bien distribuida durante la estación de crecimiento, el cultivo se produce mejor en terrenos arcillosos rojizos bien aireados y profundos que contengan abundante materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. La temperatura, la duración de la estación adecuada para el crecimiento y la del día influyen considerablemente en la producción del maíz. Para una buena cosecha de maíz la temperatura debe oscilar entre 20° y 30° C, la optima depende del estado de desarrollo, como se presenta en el siguiente cuadro **(Bastin 1970)**.

Cuadro No. 1.2. Temperaturas Optimas Para el Desarrollo del Maíz.

ETAPA VEGETATIVA	MINIMA	OPTIMA	MAXIMA
------------------	--------	--------	--------

Germinación	10 ° C	20 a 25 °C	40 ° C
Crecimiento vegetativo	15 ° C	20 a 30 °C	40 ° C
Floración	20 ° C	21 a 30 °C	30 ° C

El maíz germina sin problemas en la oscuridad, y para su crecimiento requiere pleno sol

2.13. Requerimientos hídricos.

El abastecimiento de agua es uno de los principales factores que limitan el crecimiento y producción de maíz, se considera que el cultivo requiere aproximadamente cerca de 750 litros de agua por kilogramo de grano producido, ya que las lluvias que se registran entre el periodo de siembra y la madurez del grano, difícilmente alcanzan los 400 a 610 milímetros de agua que se necesitan para producir de 6200 a 10,800 Kilogramos de maíz por hectárea, de los 100 a 130 días de crecimiento de la planta en el cinturón maicero las lluvias normalmente varían entre los 230 y 460 milímetros de este una parte se pierden por escurrimiento, drenaje y evaporación. El agua disponible para el cultivo de temporal es la cantidad de lluvia precipitada menos el agua que se pierde por evaporación o escurrimiento, el maíz utiliza el agua mas eficientemente que cualquier otro cultivo, excepto el sorgo; se trata de cantidades promedio; los valores reales son mayores en regiones muy cálidos y secos, y menores en regiones mas fríos y húmedos (Aldrich, 1974).

2.14. Salinidad.

Cuando sé esta regando en suelos salinos o con agua que contienen mucho mas de 0.8 gal/Lts se debe pensar en incrementar la lamina de agua a fin de lixiviar estas sales y evitar la degradación del suelo. Esto es una de las partes mas importantes en los riegos por dosificación exacto como es el riego por goteo y no se debe de tener en cuenta para otros sistemas, tal es el caso para los riegos por inundación, que debido a su baja eficiencia, producen lavados importantes, la lamina de lavado supone un incremento del 10% del agua de consumo y esta se evita en los meses de Julio y Agosto cuando el gasto y la demanda, son mas altos, y los suministros suelen escasear. La cifra anual de consumo de este cultivo es alta, consumiendo entre 5800 y 8300 m³/ha. al año para un cultivo sin malezas, de esta cifra hay que deducir la lluvia útil, proporcionado por la evapotranspiración y además ahí que considerar el agua de lavado del suelo, según la salinidad de ambos y la eficiencia del sistema empleado llegando hasta 13,700 m³ / ha. al año. (CEVGU, INIFAP, 1986).

Las sales solubles del suelo consiste principalmente a varias proporciones de cationes, sodio, calcio y magnesio, así mismo los aniones cloruros y sulfatos, el cation potasio y los aniones bicarbonatos, carbonatos y nitratos, se encuentran generalmente en cantidades menores. El intercambio de cationes es un fenómeno de superficie y como tal, se identifica

principalmente con el limo fino, arcilla y otras fracciones de materia orgánica de los suelos. Muchas clases diferentes de minerales y materiales orgánicos que se encuentran en los suelos poseen propiedades de intercambio, y en conjunto se conoce como complejo de intercambio. (TRACME Y GRAS, 1979).

2.15. Riego por goteo.

El riego por goteo se define como la aplicación artificial del agua y nutrientes 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 emisores o goteros de 2 a 10 Lph con flujo gradual y uniforme. De esta forma la planta dispone continuamente de nutrientes y humedad suficiente para que la asimilación se realice con el mínimo consumo de energía. Al utilizar la planta agua y abono en la zona de influencia de raíces se incremento la rentabilidad del cultivo, reduciendo así mismo las condiciones de fertilizantes y aguas necesarias. (Rojas y Briones, 1994).

El agua aplicado se distribuye en el perfil del suelo describiendo un patrón de humedecimiento ovoide llamado bulbo de mojado cuyo contorno se extiende más lateral que verticalmente, en suelos arcillosos mientras que en suelo arenosos se presentan mas alargados en forma vertical que horizontal. Por otra parte, dado que las aplicaciones son

intermitente permite mantener al suelo en condiciones optimas 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; Rechc 1994).

2.15.1. Ventajas del riego por goteo. El riego por goteo como cualquier otro método presenta ventajas y limitaciones en relación con otros sistemas de riego, que es conveniente mencionar:

Ventajas.

- **Mejor aprovechamiento del agua en relación con los riegos en manto o melgas así como la disminución de tiempo y trabajo en comparación de otros sistemas de riego.**
- **Mejor aprovechamiento en el suelo 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.**
- **No se impide el paso o acceso a la parcela durante el riego, por lo que las labores pueden continuar realizándose sin ningún problema.**

- **Alto control de agua y fertilizantes, así como la probabilidad de mantener la concentración de sales en el agua del suelo por debajo de los límites perjudiciales para las plantas.**
- **Evita periodos largos de sequía, lo que influye en el incremento de producción y estimas precocidad al disponer la planta continuamente de agua, ya que intervalos de riego son mas cortos permitiendo mantener niveles de humedad convenientes.**
- **Formación de un bulbo húmedo con menos cantidad de sales y más diluida, acumulándose estas sales en su periferia, lo que permite la posibilidad de usar aguas mas salinas.**
- **No apelmazamiento del suelo, como ocurre con los riegos por inundación, eliminando la compactación.**
- **Las raíces de las plantas tienden a utilizar menos energía para absorber el agua y nutrientes del suelo comparado con otros sistemas de riego.**
- **Con el manejo adecuado del riego localizado se consigue mantener un nivel optimo de humedad del suelo.**

Limitaciones.

- 1. Los altos costos de instalación y dedicación a su mantenimiento para evitar las obstrucciones por partículas en el sistema. Un buen sistema de filtrado reduce una parte**

de la mano de obra destinada al manejo y mantenimiento de las instalaciones.

- 2. Dificultad de dar lavados a profundidad y en toda la superficie.**
- 3. Posibilidades de salinización del suelo cuando el manejo de este riego no es adecuado.**
- 4. Necesidad de una mayor o menor preparación técnica del agricultor.**
- 5. Diseño e instalación del sistema de riego por especialistas.**
- 6. Necesidad de utilizar fertilizantes totalmente solubles en agua.**

2.16. Aspectos de la fertirrigación.

2.16.1. Fertirrigación.

La fertirrigación consiste en la aplicación artificial de agua y fertilizantes a través del sistema de riego, con ello se pretende situar a los nutrientes bajo la acción del sistema radicular, suministrándolos de forma continua y de acuerdo con las necesidades de las plantas. La asimilación de fertilizantes por la planta se produce de manera más racional, además de tener una mayor comodidad y ahorro de mano de obra (Maroto, 1971).

2.16.2. Ventajas de la Fertirrigación.

Los sistemas modernos de riego han solucionado muchos problemas al brindar la posibilidad de aplicar elementos nutritivos en el momento que la planta los requiere, la dosis adecuada, y con el volumen de agua requerido, además dependiendo del sistema, el localizar donde existe una mayor concentración de raíces, se logra el mayor aprovechamiento por parte del cultivo, permitiendo el ahorro de mano de obra en fertilizar y dosificando el agua con gran precisión.

La ventaja de aplicar agroquímicos con el riego en lugar de utilizar aeroplanos o tractores se logra lo siguiente:

- 1. Aplicación oportuna del agroquímico. Las condiciones del clima, tales como el viento o la lluvia no impiden la fertirrigación y la quimigación.**
- 2. Fácil incorporación y activación del químico. Al mezclar los químicos con el agua, estos se pueden aplicar a la profundidad deseada quedando inmediatamente disponibles para su asimilación.**
- 3. Reducción de la compactación del suelo y daños para las plantas ya que la aplicación de agroquímicos con maquinas de tracción pueden compactar el suelo y causar daños al cultivo.**
- 4. Reducción de riesgos para el operador. Al aplicarse los agroquímicos con el riego se reduce la posibilidad de exposición o contacto directo con el operador.**

- 5. Utilización de menos químicos. Con las múltiples aplicaciones de agroquímicos se reducen las pérdidas por lixiviación, lo que permite reducir las cantidades aplicadas, este efecto se observa más con los químicos más móviles como el nitrógeno.**
- 6. Reducción de la contaminación ambiental. Cuando se aplican los agroquímicos con aviones o con sistemas de tracción, los acarrees producidos por los fuertes vientos son mayores que cuando se aplican con sistemas de riego como el goteo, pivote central y otros.**
- 7. Reducción de costos. Los costos se reducen por la utilización de menos químicos.**
- 8. Aplicación más uniforme del químico. Los sistemas de riego normalmente tienen una alta uniformidad en la distribución del agua y consecuentemente del químico.**
- 9. Daños en las raíces de los cultivos, evitando el rompimiento o doblamiento que ocurre con las técnicas de aplicación convencional del fertilizante en el campo.**
- 10. Se requiere de menos equipo para aplicar el químico.**
- 11. Se requiere menos energía en la aplicación del químico.**
- 12. Generalmente es menor la labor que se necesita para supervisar la aplicación.**
- 13. El suministro de nutrientes es más cuidadoso, uniforme y monitoreados.**
- 14. Los nutrientes son aplicados donde las condiciones del suelo y cultivos prohíben la entrada en el campo con equipo convencional.**

- 15. Rápida actuación ante síntomas carenciales y facilidad de aplicar no solo macroelementos, sino también elementos secundarios y microelementos.**
- 16. Posibilidad de utilizar las instalaciones para aplicar otros productos como herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc. aunque en este campo la tecnología esta solamente en sus inicios (Moroto, 1971).**

2.16.3. Limitaciones.

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

- 1. Problemas de contaminación de la fuente de abastecimiento. Cuando el agua proviene de un acuífero, la bomba debe de tener un sistema que prevenga el retroflujo del químico al acuífero; si el agua proviene de una presa, se debe de evitar el agua de retorno (escurrimientos), ya que el agua que es descargado a los drenes puede ir a otras fuentes de agua, como lagos, esteros o al mar.**
- 2. Gasto inicial. Para aplicar el fertilizante con el agua de riego, se requiere de tanques mezcladores, inyectoros y dispositivos de prevención de retro-flujo.**
- 3. Posible desuniformidad producidas por fallas en el sistema de riego. Si el sistema de riego tiene una fuga; o si este se**

encharca, es muy probable que se tengan aplicaciones excesivas de agroquímicos en algunas partes del terreno y déficits en otros.

- 4. Necesidad de calibración. Los sistemas deben calibrarse constantemente para aplicar las dosis deseadas.**
- 5. Obturaciones por precipitados causados por incompatibilidad de los distintos fertilizantes entre si o con el agua de riego o debidas a una disolución insuficiente.**
- 6. Aumento excesivo de la salinidad del agua de riego.**

Se sabe que para un conocimiento normal de la planta, esta debe disponer, de otros niveles adecuados de humedad y un nivel optimo de nutrientes, con la fertirrigación estos objetivos se alcanzan virtualmente. (Reche, 1994).

Para llevar a cabo con éxito una determinada línea de fertirrigación es necesario disponer de una serie de datos y prever un amplio rango de posibilidades. Al margen del tipo de suelo y agua, resulta primordial conocer las extracciones concretas del cultivo y de ser posible la variación en la absorción de cada uno de los elementos a lo largo del ciclo para tratar de correlacionar la solución nutritiva con las propias exigencias de la planta. En la fertirrigación existe una serie de aspectos que se deben de tener en cuenta y que no siempre se tratan adecuadamente derivados de la propia esencia del método, es decir, de la confección y manejo de las soluciones de las mezclas, una gran mayoría de los autores considera

como parámetros importantes las compatibilidades entre las sales, la solubilidad y acidez. Otras razones obvias, hablan de la potencialidad de la salinización de los fertilizantes. En cualquier caso párese lógico indicar que los parámetros como son compatibilidad, solubilidad, acidez y grado de salinización son aspectos fundamentales que deben conocerse a la hora de elaborar una solución nutritiva (Maroto, 1991).

Las características químicas del agua de riego se ven alteradas al incorporar los fertilizantes por medio de la fertirrigación. Estas alteraciones influyen en dos aspectos principalmente.

1. Modifican la conductividad eléctrica ya que la adición de las distintas sales y fertilizantes aumentan el contenido salino del agua, contaminando o afectando la calidad de la misma desde el punto de vista del efecto óptimo, puede repercutir incluso negativamente en el cultivo. Lo ideal es que los abonos no aumenten más allá de 1 mmhos/cm la conductividad eléctrica del agua de riego. Por ello se recomienda fraccionar lo más posible la fertilización.
2. Modifica el pH ya que al ser los abonos sales altamente disociables, es claro que esto influye en las propiedades químicas y en particular el pH, con la consecuencia que aquello representa. Así si aumentamos el pH tendremos riegos de precipitaciones de calcio, ya que el pH alcalino tiene menos poder de solubilidad representa este cation. Por el contrario si el abono que introducimos baja el pH, no solo

se evitan obturaciones, sino que además puede limpiar la instalación. Por lo tanto se debe de determinar cual es el abono, y su concentración más idónea para no influir excesivamente en lo anterior. (Jiménez, 1991).

2.17. Componentes del sistema de fertirrigacion.

Los componentes de un sistema de fertirrigación son: el tanque fertilizador, el sistema de inyección, el sistema de prevención del retro-flujo, y el dispositivo de calibración. El sistema de calibración es el más importante, estos deben ser construidos de materiales que resistan la acción corrosiva de los químicos inyectados. Algunos materiales son: Acero inoxidable, polipropileno, polietileno, teflon, húpalon y viton (**Enciso, 1995**).

2.18. Normas practicas de fertirrigacion.

2.18.1. Frecuencia.

En la horticultura se recomienda abonar en cada riego, en fruticultura no se debe aplicar menos de una fertirrigación por semana, pero no hay inconveniente en que el agua de riego lleve siempre fertilizantes, salvo que se presentaran las precipitaciones. La fertirrigación continua puede presentar algunos inconvenientes tales como:

1. Necesita más mano de obra.
2. A bajas temperaturas las raíces pueden tener poca actividad y no asimilar los nutrientes, que pueden perderse por lavados.

No obstante la fertirrigación continua es una practica cada vez más frecuentes obteniéndose buenos resultados **(Jiménez, 1991)**.

2.18.2. Concentración.

La concentración de la solución madre en el agua no debe de exceder de 700 ppm (0.7 lt/m^3) en ningún momento de la temporada de riego. Generalmente es del orden de 200 a 400 ppm ($0.2-0.4$ litros por m^3).

2.18.3. Frecuencia de precipitados.

La prevención de precipitados y obturaciones exige el filtrado del agua de riego y en ciertos casos el tratamiento con ácidos, alguicidas y otros. Existen tres normas practicas para llevarlas a cabo estas son:

1. Aguas debajo de todo punto en que se inyecte abonado a la red debe de realizarse con filtro de malla.
2. La primera fase de cada riego, y sobre todo la ultima, debe de realizarse con agua sin fertilizante, para evitar los precipitados que se formarían al dejar el agua en el abonado evaporándose de los goteros en los periodos entre riegos.
3. Antes de aplicar por primera vez un abono, mezclarlo en un vaso con agua de riego y observar si se forman precipitados o turbidez. Aunque la prueba del vaso no es definitiva, ya que en la instalación puede cambiar las condiciones de temperatura, concentración de evaporación etc. sin embargo es una prueba sencilla y útil **(Jiménez, 1991)**.

2.19. Equipos de inyección.

Los tipos de sistemas de inyección más comunes son: Inyector Venturi; bombas de motores convencionales y accionados hidráulicamente; y tanque diferencial de presión (**Reche, 1994**).

2.19.1. Inyector venturi.

El inyector es generalmente muy utilizado en la fertirrigación inicialmente por su simplicidad, estos son típicamente fabricados de materiales especiales para la inyección y ninguno tiene partes móviles. Los venturi inyectan químicos en un valor constante (opuestos a las bombas de diafragma y pistón), y son fáciles de calibrar con la línea de riego principal (**Burt et al. 1993**).

La fertilización de la solución concentrada de abono se incorpora a la red por medio de una diferencia de presiones creada por el efecto “Venturi” de un caudal de agua que pasa por dicho estrechamiento a la altura del depósito de fertilizantes, succionando el mismo disuelto en agua contenida en el depósito (**Reche, 1994; Hutching, 1993**).

2.19.2. Bombas de derivación.

Las bombas de derivación son bastante populares para proveer el movimiento de la corriente mediante inyectores Venturi. Estas bombas no están en contacto con los químicos, por lo tanto pueden ser baratas. Los coples proveen casi una diferencial de presión constante a través de los inyectores Venturi, este valor de inyección permanece relativamente constante sin considerar variación del valor del flujo en la tubería de riego (**Burt et al., 1995**).

Para los fertilizantes se utilizan bombas dosificadoras conectadas a un depósito donde será inyectado a mayor presión que la que tiene la red. El funcionamiento de estos inyectores es movido por energía eléctrica, estos mecanismos aplican un volumen determinado de solución de fertilizantes y agua, estos varían entre 30 y 240 l/hr (**Reche, 1994; Hutching, 1993**).

2.19.3. Tanque diferencial de presión.

Un tanque diferencial de presión se encuentra en casi todos los libros de quimigación, sin embargo, son pocos los que la usan, la razón de esto es que este sistema es mucho más costoso que los demás y es potencialmente peligroso. Si la presión es pequeña, este no inyecta un químico con valor constante. **(Burt et al., 1995).**

Según **(Reche, 1994; Hutching, 1993)**. Este es un equipo sencillo que no consume energía externa y de fácil manejo, su funcionamiento es el siguiente: La disolución concentrada de fertilizante se incorpora a la red como consecuencia de la diferencia de presión que ocasiona una válvula de compuerta, esta es colocada entre las dos conexiones que van a la fertilizadora desde la red, cuanto más se cierra esta válvula mayor cantidad de agua se deriva al depósito a través de la primera conexión y con mayor rapidez penetra la disolución en la red a través de la segunda conexión.

2.20. Compatibilidad de los fertilizantes.

Los problemas de compatibilidad se pueden notar solo cuando el fertilizante líquido se combina, sea o no el fertilizante líquido en forma original, o se preparen en forma soluble con materiales sólidos.

Para realizar la preparación de soluciones de fertilizantes con varios ingredientes se deben de tomar en cuenta los siguientes pasos:

- 1. La persona involucrada debe estar segura de la preparación de la solución, esto se realiza mediante la prueba de jarras**

que consiste en someter una solución de fertilizante dentro de un recipiente con agua de riego, en ella sé observar si se precipita o se forman natas en un tiempo de una o dos horas estas condiciones pueden ocasionar taponamiento en el sistema por la salinidad.

- 2. El efecto del fertilizante liquido y la agregación de otro sobre la solución en el mismo recipiente.**
- 3. De la reacción del fertilizante liquido en el sistema de riego.**
- 4. El tipo de sistema de riego y la susceptibilidad al problema de taponamiento (Burt et al, 1995).**

2.21. Solubilidad de los fertilizantes.

Para la aplicación de varios fertilizantes se debe considerar la solubilidad en el uso de la inyección dentro de un sistema de riego a presión. En el cuadro 1.2 se muestra la información de la cantidad de inyección de fertilizantes y minerales, la mayoría de los fertilizantes sólidos manufacturados por capas tienen la condición especial de guardar la humedad y absorber los demás fertilizantes. Para evitar que estos materiales ocasionen problemas, se debe de preparar la mezcla mediante tandas o proporciones pequeñas para evitar que se depositen en el fondo o se formen natas en la superficie del recipiente. Otra de las condiciones es de que él liquido debe de estar claro o transparente para que pueda drenar por el sistema. Este es un procedimiento que puede prevenir el problema de sedimentación y las natas (Burt et al. 1995).

Cuadro No. 1.3. Algunos Productos Fertilizantes (Burt et al. 1995).

<i>PRODUCTOS CLAVES</i>	
1. Anhídrido Amoniacal	18. Nitrato de Fierro, 11-0-0-7Fe
2. Agua Amoniacal, 20-0-0	19. Enquik
3. Solución de urea, 23-0-0	20. Ensone
4. Sol. Nitrato de Amonio, 20-0-0	21. Unocal Plus
5. Nitrato Amonio-Urea, 32-0-0	22. Propel
6. Urea-Amoniacal, 33-0-0	23. SurpHtac II
7. DI-AN, 18-0-0	24. Acido Nítrico
8. Sulfato de Amonio	25. Acido Fósforo (blanco)
9. Fosfato de Amonio, 8-24-0	26. Acido Fosfórico (verde)
10. Polifosfato de Amonio, 10-34-0	27. Acido Sulfúrico
11. polisulfato de Amonio, 20-0-0-25S	28. Agua
12. Sol. Agua Sulfúrica	29. Urea, 46-0-0
13. Tiosulfato de Amonio, 12-0-0-26S	30. Nitrato de amonio, 34-0-0
14. N-pHURIC 28/27, 28-0-0-26S	31. Fosfato Monoamonico, 12-61-0
15. N-pHURIC 15/49, 15-0-0-16S	32. Fosfato Diamonico, 21-53-0
16. N-pHURIC 10/55, 10-0-0-18S	33. Nitrato de Calcio, 15.5-0-0-19Ca
17. Nitrato de Amonio Cálcico, 17-0-0-8.8Ca	34. Cloruro de Potasio, 0-0-60

2.22. Índice de sal de algunos fertilizante

No debe olvidarse que el abonado aporta al suelo una serie de sales, porque lógicamente cuando mayor es el índice de sal mayor es la cantidad que aporta el fertilizante al suelo y por lo tanto mayor riesgo de salinización del terreno por ello deberá vigilarse los índices para que no se presenten problemas de salinización del terreno. Para poder elegir los que sean más convenientes se muestra una relación de fertilizantes con su índice de sal en el siguiente cuadro 1.4 (Medina, 1979).

Cuadro No. 1.4. Muestra los Indices de Sal de Algunos Fertilizantes (Medina, 1979).

FERTILIZANTES	INDICE DE S
Amoniaco	47.1
Nitrato amónico	104.7
Sulfato amónico	69.0
Fosfato monoamonico	34.2
Fosfato biamonico	24.0
Nitrato cálcico	52.5
Nitrato potasico	73.6
Nitrato sódico	100.0
Urea	75.4
Fosfato monocalcico	15.4
Superfosfato simple	7.8
Superfosfato triple	10.1

Sulfato potasico	46.1
Cloruro sódico	153.8
Cloruro potasico	116.3
Yeso	8.1

2.23. Composición y acidez de algunos fertilizantes.

En teoría es posible utilizar en el riego por goteo todo el tipo de fertilizantes, sin embargo por los problemas que puede plantear respecto a las obturaciones de filtros y emisores, habrá de conocerse por separado la solubilidad y compatibilidad del agua es la composición de los fertilizantes, principalmente los comerciales que tienen diferentes porcentajes de N-P-K así como el grado de acidez, estos son mostrados en el cuadro 1.5 (**Medina, 1979, Enciso, 1995**). Cuadro No. 1.5. Diferentes Porcentajes de Acidez de Fertilizantes (**Medina, 1979**).

FERTILIZANTES	N	2O₅		Ca	S	Equilibrio de Acidez
	%	%	%	%	%	
Amoniaco	82					
Nitrato amónico	33.5					62
Sulfato amónico	21				24	110
Fosfato monoamónico	11	48				58
Fosfato biamónico	18	46-48				70
Nitrato cálcico	15.5			21		-20
Nitrato potasico	13		44			23
Nitrato sódico	16					
Urea	45					71
Fosfato bicalsico		38-42				
Superfosfato simple		18-20		18-21	12	

Superfosfato triple		45-46		12-14	1	
Sulfato potásico			50-53			Neutro
Cloruro potasio			60-62			Neutro
Aquaamónia	20					36
Acido fosfórico			52			110

Kgs de CaCO₃ que son requeridos para neutralizar 100 Kg de fertilizante.

2.24. Características de los diferentes fertilizantes.

No es común que el nitrógeno provoque problemas de taponamiento en los sistemas localizados, sin embargo cuando es acumulado en las líneas puede promover el crecimiento microbial y presentarse el taponamiento, por lo tanto, es importante dejar correr el agua de riego por lo menos de 20 minutos a una hora después de aplicar el nitrógeno (**Enciso, 1995**).

Las formas amoniacales producen mas ácido que otras formas de nitrógeno, por regla general no se deben de mezclar con ácido sulfúrico de urea concentrado especialmente cuando el pH es menor de 4.5 (**Purdi, 1994 citado por Burt et al, 1995**), ya que ocasiona que el calcio e iones de magnesio en el agua se precipiten en calcio e hidróxidos de magnesio y carbonatos que producen el taponamiento de los emisores de la línea, para su uso debe de tener un buen balance de las concentraciones de calcio magnesio e iones de sodio, cuando no se disuelven o tardan en disolverse ocasionan problemas (**Enciso, 1995**).

Otros fertilizantes como la urea, no causa ningún cambio en el pH del agua de riego sin embargo Bundy, (1993) señala que el problema de este es principalmente económico, por la perdida de nitrógeno una vez aplicado al suelo, por la hidrólisis y la subsecuente volatilización del amoniaco.

Los fosfatos inyectados al sistema reaccionan con el calcio y el magnesio produciendo precipitados insolubles que tapan los emisores. Para evitar estos,

cuando se aplica el fósforo, se debe acidificar la solución ya sea mezclando esta con ácido sulfúrico o inyectando ácido sulfúrico inmediatamente después de la inyección de fósforo. Otro método que ha sido utilizado para aplicar fósforo es mediante el ácido fosfórico en una dosis muy concentrada y espesa. Esta proporciona el fósforo necesario y, a la vez mantendrá un pH bajo que evitara la precipitación del calcio o del magnesio **(Bundy, 1993)**.

Los requerimientos de las plantas de potasio muchas veces se satisfacen con acumulaciones naturales que existen en los suelos. Los fertilizantes más empleados como fuentes de potasio son los cloruros, los sulfatos y los nitratos, estos no presentan problemas de taponamiento con su uso. Cuando se inyecta potasio, es necesario calentar la mezcla antes de inyectarla, con el fin de solubilizarla completamente. En cultivos sensibles a los cloruros, es preferible la forma de nitrato de potasio que la de cloruro de potasio. El potasio es un elemento muy importante ya que su deficiencia ocasiona el chupamiento de algunos frutos, afectando su calidad. Otros de los micronutrientes que frecuentemente se utilizan son: boro, cobre, hierro, zinc, magnesio y molibdeno los quelatos o sales sulfuradas que contienen estos micronutrientes deben de ser predisueltas antes de inyectarlas al sistema de riego. Actualmente no existe mucha información acerca de la eficiencia de aplicar micronutrientes por el sistema como para realizar recomendaciones. Algunos agricultores han tenido casos de taponamiento y precipitados cuando el zinc es aplicado en forma de sulfato. También se ha tenido dificultad en solubilizar el zinc durante la premezcla, los quelatos son altamente solubles y no han causado problemas de precipitación o taponamiento, sin embargo su alto costo ha limitado su uso **(Enciso, 1995)**.

2.25. Comportamiento de los nutrientes en fertirrigacion.

El nitrógeno en forma de amoniaco queda retenido por los coloides del suelo, si la dosis de aplicación no es alta, consecuentemente su desplazamiento no es grande por lo que su concentración en las proximidades del gotero suele ser

elevado. A medida que aumenta la dosis, queda superada la capacidad de intercambio iónico de los coloides y en su consecuencia su desplazamiento es mayor. Se sabe que el nitrato se mueve con toda facilidad en el suelo por su extraordinaria solubilidad, siguiendo normalmente el flujo del agua, es decir, del bulbo. En el riego localizado se obtiene una mayor concentración de nitrato en la zona de las raíces que en los casos de riego superficial o mediante aspersión. La urea es un fertilizante soluble en agua y no es absorbida fácilmente por el suelo, por ello resulta muy eficiente su utilización en fertirrigación. Esta se desplaza con el agua de riego y por lo tanto mediante un buen manejo se puede colocar en los lugares más fácilmente disponible por las plantas. El fósforo es el elemento más fácil de aplicar, sin embargo su baja solubilidad tiene el peligro de precipitación al reaccionar con el calcio conteniendo el agua de riego y que produce el paso de los fosfatos monocalcicos a bicálcicos. Por otra parte utilizando agua que no sea cálcica, en los terrenos calizos se presenta el mismo problema, pues el fósforo queda retenido en la superficie y no es utilizado por las raíces, para evitar esta situación se recomienda acidificar con ácido sulfúrico o nítrico. Tanto el fósforo, como el potasio se mueven muy limitadamente en el suelo, el potasio suministrado es absorbido en el complejo de cambio del suelo. La absorción de este elemento depende en gran parte de la humedad del suelo, hasta el punto que en suelos secos prácticamente no se asimila. El mantenimiento de una humedad constante como la que se obtiene mediante el goteo facilita dicha absorción, **(Burgueño, 1995)**.

2.26. Fertilización de micronutrientes.

Los microelementos son vitales aunque la cantidad absorbida sea pequeña. Las razones de su deficiencias pueden ser: por su baja cantidad en el suelo o por problemas de disponibilidad asimilable (pH ácido o muy básico, competencia iónica, salinidad, poca materia orgánica). En primera instancia

debe corregirse el suelo para saber la forma de aplicación que se usara y para detectar realmente las carencias por falta del elemento **(Suppo 1996)**.

2.26.1. Cloro (Cl).

Este elemento esencial interviene en el proceso de la fotólisis del agua, que se produce en la fotosíntesis; de la falta de este puede derivar los trastornos de la planta. Se ha calculado que los cultivos en general consumen promedialmente unos 5 Kg. de cloro/ha/año. El cloro es absorbido en su forma iónica **(Suppo, 1996)**.

2.26.2. Boro (B).

Las deficiencia de boro generalmente ocurre en suelos excesivamente lavados y con muy poca materia orgánica, como por ejemplo los suelos arenosos.

El boro suele estar en una concentración de 0.1 al 2.5 ppm. Y es absorbida en su forma de borato. La disponibilidad del mismo esta determinada por el pH del suelo **(Suppo, 1996)**. Los síntomas generales son:

- Detención del crecimiento y desarrollo.
- Deformación de las hojas.
- Muerte de los puntos meristemáticos.

2.26.3. Zinc (Zn).

El zinc es absorbido por la planta en su forma catiónica. Se absorbe como todos los microelementos en pequeñas cantidades y es común en la solución del suelo con una concentración de 1 ppm. En suelos alcalinos se reduce su

cantidad asimilable (**Suppo, 1996**). Las deficiencias de zinc producen los siguientes síntomas.

- Crecimiento general reducido.
- Hojas terminales pequeñas.
- Yemas con escaso vigor vegetativo.

2.26.4. Hierro (Fe).

Florencio, 1996. El hierro es absorbido por la planta en forma ferrosa y férricas, su cantidad asimilable en el suelo varía principalmente con el pH del mismo. Cuando hay una gran alcalinidad (pH altos) la forma férrica tiende a la formación de hidróxido férrico. El hierro interviene en distintos procesos metabólicos, como los siguientes:

- En la síntesis de los anillos pirrolicos que pertenecen a la constitución química de las moléculas de la clorofila.
- Forma parte de enzimas.
- Clorosis de la planta.
- Clorosis intensa en las hojas en la zona internerval.
- Se manifiesta una clorosis también en brotes jóvenes.

2.26.5. Manganeseo (Mn).

Florencio, 1996. Las plantas absorben el manganeseo en su forma cationica. Este elemento es limitado en la capa arable del suelo, unos 15-20 cm de profundidad. Una concentración excesiva puede originar efectos tóxicos. El manganeseo interviene en importantes procesos metabólicos, siendo un poco móvil en la planta, su carencia produce los siguientes síntomas:

- Puntos necroticos en la planta.
- Amarillamiento rojizo en la zona internerval de las hojas.

2.27. Reglas básicas para la preparación de las mezclas.

1. Siempre llenar el recipiente con un 50 ó 75 % de agua para las mezcla.
2. Agregar el fertilizante sólido o fertilizante soluble. Sé adimenciona o aumenta el liquido en caso de que el fertilizante seco tenga características de calentamiento ó enfriamiento.
3. Hay que agregar el ingrediente seco lentamente y manteniendo en agitación circular para prevenir la formación de masa ó gromulos, por la lenta solubilidad.
4. Colocar ó poner el ácido dentro del agua, no el agua en el ácido.
5. Cuando se trate de aguas cloradas ó clorogas, siempre se añade el cloro en el agua, y en forma viceversa.
6. Nunca mezclar un ácido o fertilizante ácido con cloro, ya que alternativamente el cloro forma gases ó líquidos en forma de hipoclorito, por ejemplo, con sodio. El cloro en forma de gas es tóxico. Nunca guardar recipientes que contengan ácidos y cloro en un mismo sitio.
7. No hacer mezclas de soluciones de concentrado de fertilizantes directamente con otras concentraciones de fertilizantes.
8. No mezclar los compuestos que contengan sulfato con otros compuestos que contengan calcio, porque se forman en la mezcla yesos insolubles, en la inyección de nitrato de calcio y fertilizantes de sulfato de amonio algún sistema de riego causa la formación de sulfato de calcio (yeso), el sulfato de calcio es de muy baja solubilidad. Aunque el nitrato de calcio es muy soluble y el sulfato de amonio es de muy buena solubilidad el problema se crea cuando, las mezclas se hacen en un mismo recipiente o se depositan donde mismo, aunque sean tanques diferentes. Los cristales de yeso que se forman pueden obturar los filtros y los emisores de goteo.
9. Antes de suministrar cualquier químico checar la información sobre su solubilidad y su compatibilidad.

10. Tener extrema precaución sobre las mezclas de fertilizantes de Urea sulfúrica (eg. N-pHURIC^R) con otro compuesto. La Urea Sulfúrica es incompatible con muchos compuestos.
11. Se han aplicado soluciones de fertilizantes en muy pequeñas dosis inyectadas en líneas de riegos separados y muchos de los problemas de incompatibilidad han desaparecido ó desaparecen. La prueba de la jarra es esencial para decir si algunas soluciones pueden inyectarse simultáneamente dentro de los sistemas de riego.
12. No mezclar fertilizantes que contengan fósforo con otros fertilizantes que contengan calcio. Sin antes hacer la prueba de jarra.
13. Las aguas extremadamente duras o sólidas. Contienen grandes cantidades relativas de calcio y magnesio en combinación con fósforos polifosfato neutral o compuesto de sulfato en forma de sustancia insolubles. (**Burt; et al. 1995; Reuter y Robinson 1986**).

2.28. Metodología para realizar adecuadamente la programación de la fertirrigación.

- Análisis de suelo. Este permitirá evaluar el nivel de fertilidad y las características físico-químicas que afectan el comportamiento y eficiencia de los fertirriegos.
- Composición química del agua de riego. Se deduce la cantidad de elementos nutritivos que aporta, así como la salinidad y elementos tóxicos que afectan a la productividad del cultivo.
- Rendimiento de cosecha esperado.
- Necesidad periódica de agua, para el desarrollo del cultivo.
- Necesidades totales y distribución según estado vegetativo.

El análisis de agua es de vital importancia prevenir los problemas de salinidad y problemas de obturaciones, en aguas con estas características ya que los iones que forman parte de una molécula de cualquier sal, el disolvente en agua que

se une a ciertas cantidades moleculares de agua las retiene; quedando menos agua libre para ser absorbida por las raíces de las plantas (**Burt, 1995**).

2.29. Tipos de obstrucciones en el sistema localizado.

Los problemas de obturaciones. Es importante saber si el agua que vamos a utilizar en el riego por goteo, contiene partículas o componentes que originen obturaciones en las tuberías y en los goteros; entre las principales obstrucciones que se producen en los goteros son debidas a:

- Acumulación por elementos minerales no retenidos en los filtros.
- Por precipitados en forma de fosfatos, carbonatos de calcio, magnesio, sulfato de calcio, hidróxidos y sulfuros de hierro, etc.
- Acumulación de sales en los goteros al producirse la evaporación del agua.
- Aglomeración de sedimentos orgánicos.

El origen de las obstrucciones son de:

Origen físico. Partículas sólidas que lleva el agua en suspensión, arcilla, arena, limos, etc.

Origen químicos. Dependen principalmente de la calidad y composición del agua así como de la clase de abonos empleados.

Origen biológicos. Estas son producidas por microorganismos vivos, algas, bacteria, hongos, y otros que se reproducen y viven en el agua, en el interior de las instalaciones a consecuencia de las condiciones ambientales que favorecen

el desarrollo de estos organismos. Estos componentes quedan reflejados en el análisis de agua a través de dos determinaciones: Sólidos disueltos y de dureza **(Madrid, 1991)**.

2.30. Riesgos de contaminación de la fuente de agua.

Debido al uso creciente de la fertirrigación y quiminyección, la contaminación potencial de las fuentes de agua por el contraflujo de los químicos introducidos se ha vuelto preocupante. La nociva publicidad que los productores han recibido en años recientes concerniente a la contaminación del agua subterránea y residuos de pesticida, ha motivado que el gobierno inicie la legislación para la prevención y control de la contaminación del agua en áreas agrícolas. En Estados Unidos la Agencia de protección al medio ambiente (EPA) y en México la Secretaria de desarrollo Urbano y Ecológico (SEDUE) así como la Comisión Nacional del Agua (CNA), tiene la función publica de requerir y exigir la protección de todos los cabezales de pozos agrícolas y otras fuentes de agua. Para pequeños productores quienes usan el mismo pozo para propósitos, como abastecimiento potable para beber y agua para irrigación; un nivel de protección más alto es usualmente demandado por los departamentos de salubridad locales. **(Zoldosk y Jorgensen, 1993)**.

2.31. Cosecha.

El periodo de cosecha de maíz se realizo el día 7 julio de 1998, su madurez fisiológica lo alcanza cuando el grano presenta una proporción de humedad de un 40% aproximadamente. Esta práctica debe iniciarse cuando los frutos alcanzan el tamaño característico de la mazorca la cual ocurre entre 110 y 190 días.

Con respecto a la cosecha existen algunos indicadores físicos y visuales que deben considerarse, los cuales se mencionan a continuación.

Puntos que observamos en el cultivo par la realización de la cosecha:

- Cuando la sustancia seca alcanza su cantidad máxima en el grano.
- Las hojas inferiores empiezan a ponerse amarillas, las chalas siguen toda todavía verdes. La proporción de humedad de la paja es de 70%.
- Se pueden cosechar la mazorca con 20 y asta 30% máximo de humedad pero se requiere un secamiento natural o artificial para disminuir la humedad del grano hasta 14 a 16%, de tal manera que se pueda desgranar y posteriormente almacenar con mas del 13%de humedad.
- Se afirma que el cambio de color de la mazorca es también otro indicador de cosecha.

La cosecha se efectúo en forma manual y una vez cosechadas las mazorcas se coloco en un lugar seco. Esta labor cultural se realizó procurando hacerlo con mucho cuidado, para no dejar mazorcas en las matas de maises y así no variar los datos de producción para la cosecha se utilizaron costales y algunos clavos para poder abrir la mazorca además también se utilizaron tabicones para poder desgranar el maíz **(Aldrich, S. R. 1974)**.

MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización.

El presente trabajo se realizó en el "Campo Agrícola Experimental en Anáhuac, N. L." el cual se encuentra ubicado en el área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural Anáhuac 01 que 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.

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 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, Villa Aldama, 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. solamente 50, 050 ha. (3.5 %) son irrigadas, 13, 244 (0.9 %) se siembran bajo condiciones de temporal; mientras que 1' 329, 210 (94.4 %) son aprovechados en 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, 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. Características Edafológicas.

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. 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.

3.9. 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.

3.10. 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.

3.11. 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.

3.12. Volumen de la Presa Venustiano Carranza.

El volumen total de la presa Venustiano Carranza es de 1, 385 m³ mismos que son almacenados en una superficie de 19, 800 ha, con 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.

3.13. 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.

3.14. 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 % a 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.

3.15. 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.

3.16. 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.

3.17. Usuarios.

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.

3.18. 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.

3.19. Maquinaria Agrícola.

Se cuenta con 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.

3.20. 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.

3.21. Características del sitio experimental.

Cuadro No.1.6. Características Edafológicas Representativas del Area Experimental.

<i>Características</i>	<i>Resultados</i>
PH	8.08
C.E	1.11
Na	64
K	54
NO₃	77
Arena	28.8%
Limo	28.0%
Arcilla	43.2%

3.22. Material Utilizado.

- Material Vegetativo: Semilla de maíz variedad H-435.
- Cinta de riego T- Tape calibre 8000 a 1 pie de separación entre gotero con un gasto de 1 lph por gotero.

- Tubo de PVC.
- Fertilizantes Sólidos (Nitrógeno, Fósforo, Potasio).
- Fertilizantes Foliares (Micronutrientes).

3.23. Equipo utilizado.

- Tractores e Implementos Agrícolas.
- Cardys de Nitrato y Potasio.
- Medidores de C. E y pH.
- Prensa Mecánica.
- Gato Hidráulico.
- Contenedores para el extracto de savia.
- Agua Pura.
- Libreta de Campo.
- Bolsas Desechables.
- Costales.
- Tensiometros.
- Extractores de solución del suelo (Tupa Tubes).
- Bomba de mochila para aplicar fertilizantes.
- Balanza Analítica.
- Cinta Métrica.

3.24. Diseño experimental.

El análisis de varianza de esta unidad se realizó por medio de una “t” de student con el programa mstat. La unidad experimental fueron 19 camas de los cuales cada cama era un tratamiento que estaba formado por 28 m. de largo y 1.7 m. de ancho. En cada tratamiento se realizó un análisis de nutrientes. Para evaluar

el rendimiento, en cada tratamiento se tomaron 10 muestras por camas utilizando 1.7 m² de parcela útil.

3.25. Establecimiento del experimento.

3.25.1. Preparación del Terreno.

3.25.2. Limpia.

Se realizó un tiempo después de la cosecha del cultivo anterior, con chapoleadora y se utilizó una rastra de discos, a 10 cm. de profundidad, con la finalidad de triturar y distribuir los residuos del cultivo anterior y facilitar la rotura del terreno.

3.25.3. Rotura.

El laboreo secundario comprende toda preparación del suelo entre la arada, u otro laboreo secundario y la siembra. La buena preparación del terreno redundará en importante incremento en la producción agrícola. El rompimiento de la capa arable se hizo con la finalidad de que el movimiento del aire y agua en el suelo sea casi uniforme en toda la superficie preparada, además de exponer a las condiciones del medio ambiente a organismos plaga y agentes causantes de enfermedades que se encuentren en él.

De conseguir estos objetivos, el sistema radical de las plantas cultivadas no encontrará obstáculos que aminoren su crecimiento y distribución, consiguiéndose, en combinación con los factores del clima, la especie y cultivar seleccionado un desarrollo normal de las plantas que se reflejará en la producción.

Los cultivos tienen diferentes exigencias en lo referente a la preparación del terreno, sin embargo, existen prácticas culturales que son de uso casi generalizado, como el barbecho, paso de rastra y formación de surcos, melgas o camas, dependiendo del cultivo a establecer.

La preparación del terreno se inició el día 26 de enero de 1998, con la rotura del mismo, usándose un arado de discos se consiguió remover y descompactar la capa arable del terreno. Además se retiraron los restos de la cintilla del experimento del ciclo anterior; así mismo se rastrearon las camas para volverlas a formas y quitar los residuos de la cosecha.

3.25.4. Rastra.

Para esta actividad se realizaron los pasos necesarios de rastra, de acuerdo a las necesidades del cultivo, el primer paso de la rastra se efectuó cuando se observó maleza en el terreno de cultivo, seguida esta por un rastreo cruzado, para desmenuzar los terrones que quedaron al barbechar; posteriormente se llevó a cabo otra rastra esto con la finalidad de dejar la superficie de siembra más mullida para facilitar la nivelación del terreno y la formación de camas, además de ser ésta una característica de gran importancia.

3.25.5. Nivelación.

Dicha práctica se realiza después de la última rastra, con niveladora land plane o escrepa, con el propósito de corregir las imperfecciones en el terreno y tener una mejor uniformidad en el cultivo para poder formar una cama con mayores acondicionamientos.

3.25.6. Acamado.

El día 28 de Enero 1998, se llevó a cabo la formación de camas, sobre el terreno nivelado, a una distancia de 1.70 m utilizando una acamadora, dejando a los costados de las camas formadas, una especie de dren superficial, con el propósito de sacar los excesos de agua, de posibles precipitaciones. Además

se aplicó, en franjas, 100 Kg./ha. de urea para satisfacer la demanda del cultivo, el 30 de enero se fertilizaron las camas con una dosis de 100 Kg/ ha. de 18-46-00.

3.25.7. Instalación de la cintilla.

El día 1 de Febrero de 1998 se coloca la cintilla en forma manual a una profundidad de 6 cm. Al centro de la cama y se cubrió ligeramente con tierra, para evitar problemas con los roedores y movimiento de ésta por el viento. La cintilla utilizada, trabajó con una presión de 8-10 libras y un gasto de 1.0 a 1.2 lts/hr. Por gotero, dichos goteros se encuentran a 30 cm. de separación.

3.25.8. Siembra.

La siembra se efectuó el 20 de febrero de 1998, durante el ciclo otoño – invierno, 1997 – 1998, dicha actividad se estableció con una sembradora MP-25 John Deere, se calibró el día 18 Febrero 1998 colocando la semilla por los costados de la cama las cuales se distribuyeron de 35-36 granos x 5 m. Posteriormente se cubrió con una capa delgada de tierra y aplicándoles enseguida un riego, como resultado se obtuvo 70% establecimiento. El material vegetativo utilizado fue semilla de maíz Híbrido H-435 que es la recomendada para esta región. La emergencia del maíz fue el 1 de Marzo de 1998.

3.25.9. Densidad de Siembra.

La densidad de siembra fue de 58,500 plantas/hectárea para la unidad experimental, lo cual dio como resultado 5 granos / 1 m.

3.26. Labores culturales.

3.26.1. Riego.

El criterio para determinar el momento oportuno de riego se determinó mediante la utilización de tensiómetros, manejando una humedad del suelo menor a los 30 centibares, durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, esto se

logra aplicando, en promedio, 2.5 horas de riego diario, con una presión de 8 libras por Pulgada cuadrada.

El sistema de riego utilizado, para este experimento, fue el de riego por goteo, esto debido, a la poca disponibilidad de agua en la región y para hacer más eficiente el uso de este recurso limitante.

3.26.2. Control de Malezas.

La formación de malezas se considera generalmente como uno de los factores que merman el rendimiento en el cultivo, en todo lugar existen plantas indeseables que se establecen en sitios destinados a cultivos remunerativos, el control de esta mala hierba puede realizarse manual, mecánica o químicamente.

Cualquier cultivo, y con más razón el maíz debe estar libre de malezas, ya que además de robarle aire, luz, espacio y agua, se abastecen de nutrientes destinados a dicho cultivo. El control de malas hierbas, se llevo a cabo tanto en forma manual como químicamente. La primer actividad de deshierbe se realizo el día 26 Marzo de 1998, fue un deshierbe manual, el cual se realiza después de haber sembrado, esta labor y la buena preparación del terreno ayudaron en mucho al cultivo para mantenerlo libre de malas hierbas.

3.26.3. Control de Plagas.

Las plantas son atacadas de distintas maneras, ya sea por plagas o por enfermedades y en muchos casos por ambas, las plagas son consideradas como organismos superiores que atacan al vegetal para alimentarse de él. Pueden ser roedores, animales herbívoros e insectos, principalmente.

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 y donde se alimenta de las hojas tiernas, 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 Arribo.

Cuadro No. 1.7. Principales Plagas del Cultivo del Maíz, y su Control en la Región de Anáhuac, N.L.

PLAGAS	DAÑOS	CONTROL
Pájaros	Extraen la semilla, y ocasionan una disminución del rendimiento.	Se combatió con (Espanta pájaros y cuetones).
Araña Roja	La ninfa y el adulto chupan los jugos de la hoja.	Se combatió con el producto DIAZINON, se aplico el día 10/junio/98.
Gusano Cogollero	Se alimenta del envés de la hoja y penetra en el cogollo destruyendo la yema terminal.	Se combatió con el producto ARRIVO, se aplico el día 1/abril/98.

3.26.4. Control de Enfermedades.

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

3.29. Análisis Estadístico.

El análisis estadístico se realizó con el paquete de diseños experimentales mstat para calcular la "t" de student y el paquete de gráficos excel de Windows. Se evaluó el incremento en rendimiento causado por cada uno de los nutrientes Primarios y micronutrientes de mayor influencia en este cultivo.

2.28. Descripción de los tratamientos.

Cuadro No. 1.8. Dosis de fertilización de Macro y Micronutrientes Para Cada Uno de los Tratamientos Estudiados.

TRT.	N	P	K	Mg	Zn	Fe	Mn	Cu
1	119	69	0					
2	119	69	0	20				
3	119	69	0	20	10			
4	119	69	0	20	10	10		
5	119	69	0	20	10	10	10	
6	119	69	0	20	10	10	10	10
7	195	69	135					
8	195	69	135	20				
9	195	69	135	20	10			
10	195	69	135	20	10	10		
11	195	69	135	20	10	10	10	10
12	195	69	135	20	10	10	10	
13	270	69	270					
14	270	69	270	20				
15	270	69	270	20	10			
16	270	69	270	20	10	10		

17	270	69	270	20	10	10	10	10
18	270	69	270	20	10	10	10	
Monitores de savia NO ₃ , K, en ppm.								
19	3000		3000					

Estos tratamientos se aplicaron en cada uno de las siguientes etapas fenológicas.

Cuadro No. 1.9. 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	75% PLANTAS
6	ESPIGA	12 DIAS DESPUES DE LA ETAPA 5
7	JILOTE	24 DIAS DESPUES DE LA ETAPA 5
8	FORMACION DE GRANO	36 DIAS DESPUES DE LA ETAPA 5
9	DENTADO	48 DIAS DESPUES DE LA ETAPA 5
10	MADUREZ	60 DIAS DESPUES DE LA ETAPA 5

RESULTADOS

Una vez que se realizó la cosecha y haber integrado la información de los diferentes parámetros evaluados se procedió a realizar las correspondientes gráficas y análisis estadísticos, lo que nos permitió desarrollar las siguientes gráficas.

Como se puede observar el desarrollo del cultivo, las lluvias que se presentaron no tuvieron una incidencia ya que fueron mínimas, en lo que respecta a las temperaturas representaron un papel muy importante en el rendimiento del cultivo tanto del maíz. Las temperaturas oscilaron entre los 30 y 44 °c como se muestra en la figura 1.

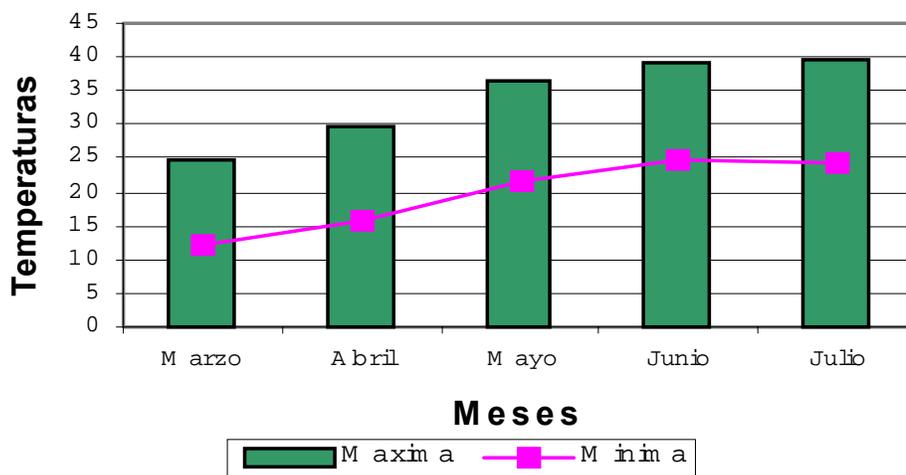


FIG. 1. Temperaturas Medias en el Periodo que se Realizo el Experimento.

En la Figura 2. Nos muestra el comportamiento de humedad del suelo durante todo el ciclo del cultivo podemos observar que se tienen 2 sitios de medición de las cuales se tomaron lecturas de las tensiones que fueron de 0-30 y 60-90 cm. de profundidad, dichas muestras se tomaron mensualmente.

Como podemos ver en el mes de Abril se observan valores mas altos de la tensión de humedad en el suelo lo cual significa una menor contenido de humedad en comparación con el valor de 30 cb programados. Con respecto a la de Mayo el comportamiento se diferencia notablemente con respecto al de Abril ya que en Mayo se observa que no tubo una mayor uniformidad de humedad, esto correspondió a las etapas que comprenden desde la primera hoja, floración y llenado de la mazorca. En junio que fue donde se llevo a la etapa de la maduración nos representa en la gráfica un comportamiento muy variable ya que la humedad fue muy baja fluctuó entre los 8 y 58 Centibares; Para los días del mes de Julio la humedad del perfil de 0-30 cm fluctuaron entre los 11 y 45 Centibares, y en el de 60-90 cm estuvieron entre los 15 y 20 Centibares, vario debido a que en esta etapa la planta necesita agua y como no contiene lo suficiente es obvio que absorba del perfil inferior que fue el de 0-30 cm.

Sacando un promedio de las tensiones de 30 cb. Nos da como resultado 34.5 centibares y se puede observar que en promedio se manejo bien el riego en la primera capa superficial de 30 cm. Con respecto a las tensiones de 90 cm. Se obtiene un promedio de 45.5 centibares en todo el desarrollo del cultivo, se puede observar que esta por encima de la tensión de humedad programada.

De acuerdo con todo esto podemos decir que las raíces del maíz se encuentran de 90 a 110 cm. con respecto a estos estratos debemos de mantener los 30 centibares ya que el promedio general de 30 a 90 cm. (tenciometros), es de 40 centibares.

Para el caso del pH, K, NO₃ , C.E, se realizaron dos muestreos para el tallo y la hoja siendo los niveles muy semejante, como se muestran en las siguientes gráficas.

Observando la Figura 3. De pH y revisando la literatura encontramos que para el maíz el pH óptimo es de 5.5 a 7 para tener una buena absorción de nutrientes de acuerdo con esto se observa que el 23 de Mayo 1998, el tallo fue el único que mantuvo el rango de pH óptimo, por lo que en este periodo la planta absorbió los nutrientes en forma muy eficiente.

Observando la Figura 4. y revisando la literatura se sabe que los nitratos se mueven con toda facilidad en el suelo y la planta por su extraordinaria solubilidad con el agua siguiendo normalmente el flujo del agua. Se observa que en la primera fecha que fue el 4 Abril 1998 el tallo y la hoja son los que obtuvieron los mejores niveles de nitratos, de acuerdo con la gráfica la mayor concentración de nitrato se localizó en la hoja del cultivo del primer muestreo.

De acuerdo con la Figura 5. Los niveles de conductividad eléctrica tienden a incrementarse en el segundo muestreo que fue el que se realizó el día 23 Mayo 1998. La concentración más alta (hoja) se observó en la primera fecha de muestreo. La baja concentración de niveles encontrados en el segundo muestreo pudo deberse a varios factores como la volatilización, pérdidas en dilución, enconstramiento después del riego, o por percolación.

En la Figura 6. Revisando la literatura se dice que el Potasio en muchas ocasiones se puede satisfacer con acumulaciones naturales que existen en el suelo, sin embargo su deficiencia en la planta puede ocasionar chupamiento de los frutos como es el caso de la mazorca, de acuerdo con los resultados, en la primera fecha de muestreo, la planta asimiló en el tallo los más altos niveles de Potasio como se pueden observar en la figura.

Como podemos observar en esta Figura 7 el comportamiento de los macro y micronutrientes de 195-69-135 son los que obtuvieron el mas alto rendimiento con micronutrientes en comparación con el testigo que no se le aplico nada (sin aplicar).

Observando que el máximo rendimiento se le aplico los micronutrientes (Mg, Zn, Fe, Mn), alcanzaron un rendimiento de 7208 Kg/ha. La gráfica muestra como va aumentando gradualmente el rendimiento a la aplicación de micronutrientes de 1 por 1. Otro de los aspectos que se ve en la figura 6 es que cuando aplicamos fierro hubo una disminución en el rendimiento, posteriormente al aplicar Manganeso obtuvimos los rendimientos altos con los demás micronutrientes que elevaron el rendimiento hasta 1700 Kg/ha, por lo que se tendrá que valorar el costo de los micronutrientes con el rendimiento si es justificable la inversión, esto seria mas la suma de los micronutrientes del agua de riego y de los nutrientes en el suelo. Se debe considerar también que los efectos de antagonismo y sinergismo que en nutrición vegetal se desencadenan por la fertilización no balanceada de los nutrientes, ya que por ejemplo una deficiencia de fierro puede ser causada por exceso de nitrógeno, fósforo y falta de potasio. Así mismo la concentración foliar de fierro se reduce en condiciones de calcio excesivo, en un suelo con alto pH, cuando los bicarbonatos son excesivos, o cuando la materia es reducida y los suelos están fríos o húmedos.

La deficiencia de Zinc en la planta puede ser causada por excesivas aplicaciones de fósforo, alta dosificación de magnesio elevado por el suelo, y cuando el subsuelo infertil es expuesto con la capa arable y por el elevado contenido de materia orgánica.

CONCLUSIONES

Se puede decir que la humedad del suelo se mantuvo constante, esto se debió al que el riego por goteo tiene una uniformidad buena lo que nos indica que la distribución del agua en el campo por los goteros se encuentra en condiciones óptimas con base a los criterios establecidos por las normas del diseño.

Con respecto a la eficiencia de el mejor aprovechamiento de los niveles de nutrientes referente al tallo y hoja podemos concluir que la mejor respuesta la obtuvimos en el tallo esto se debió a que este es el que transporta todos los nutrientes para satisfacer la planta.

Con respecto a la eficiencia de aplicación del fertilizante se puede concluir que en el suelo no contiene todos los nutrientes para la planta, ya que en el tratamiento 1,7y13 fueron los que no se les aplico ningún nutriente, nos muestra perfectamente que su rendimiento fue muy baja y alcanzo una productividad de 3929 Kg/ha sin embargo el tratamiento 5,11,17 y 19 fue el que se le aplicaron Mg, Fe, Zn, Mn se obtuvieron resultados muy buenos ya que alcanzo un rendimiento de 7208 Kg/ha. sin embargo aplicando los nutrientes antes mencionados podemos tener excelentes resultados como nos lo indica en el tratamiento 5,11,17 y 19.

Podemos ver el efecto del Magnesio, Fierro, Cinc, Manganeso que fueron los que dieron los mejores resultados ya que fue el que presento el máximo rendimiento en todos los tratamientos aplicados mediante la fertirrigacion.

Con estos resultados podemos concluir que el sistema de riego por goteo mediante la fertirrigacion es una gran opción para el cultivo del maíz, ya que se nos muestra perfectamente en el trabajo que se realizó.

RECOMENDACIONES

Una de las recomendaciones mas importantes que se deben de realizar en un balance de nutrientes, para cualquier nutrimento estudiado en la dinámica agua-suelo-planta deberá de cumplir las siguientes igualdades con nutriente aplicado al cultivo, mas Nutriente disponible en el suelo , mas el aportado por las lluvias debe de ser igual al nutrimento extraído por las raíces, mas el Nutriente lixiviado en la percolacion, mas fijación de nutrientes en los coloides en reserva disponible que sobra en el suelo después de extracciones y perdidas.

En un balance financiero las entradas deben de igualar a las salidas mas residuos y la contabilidad de partículas retiradas durante el periodo finito corto de tiempo, suele ser mas preciso en la dinámica nutrimental.

Para cada componente o mecanismo que intervenga en la balance se debe de desarrollar una metodología de análisis aproximada representativa y confiable luego concentrar cada metodología para desarrollar una serie de ecuaciones que sea lógicamente convencionales.

Los tamaños de muestras y métodos de análisis usados en el laboratorio y campo para determinar la concentración deben de ser correlacionados para que las extrapolaciones Laboratorio-Campo no resulten sesgadas por desconocimiento del usuario.

BIBLIOGRAFIA

Aguilera, C. M. y Martínez E. R. 1986. Relaciones Agua-Suelo Atmósfera. 3^e Ed. Editorial UACH, México.

Aldrich, S. R. 1974. Producción Moderna del Maíz 1er. Ed. Editorial Hemisferio, sur, Buenos Aires Argentina.

Berger, J. 1987. El Maíz su Producción y Abonamiento, Agricultura de las Américas, Kansas City Mo. 204 P.

Boswell, By J. M. 1990. Micro-irrigación. Design. Manual, Hardie Irrigation, Fourth Edition Agosto. 3-5 pag.

- Bundy, L. G. 1993. "Conveniente y Problemática". UREA. Agricultura de las Américas. Enero/Febrero. E.U.A.
- Burgueño, C.H.J. 1995. La Fertirrigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado y Plástico. Revista, Horticultura Mexicana. Vol. 3. No. 2. México D. F.
- Burt, C. K. O` Connot and T. Ruehr; 1995. Fertigati3n. 1ª Ed. California Poly Technic. United States of America.
- Casillas, G. Briones S.G. 1980. Sistemas de Irrigaci3n por Conducto Cerrado. U.A.A.A.N. Saltillo, M3xico.
- Enciso, M. J. 1995. Inyecci3n de Fertilizantes. Revista Horticultura Mexicana. Vol. 3 No. 2 M3xico D. F.
- Jim3nez M. 1991. Fertirrigaci3n Localizada. 3er. Congreso. El Agua y los Fertilizantes. Regi3n de Murela Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Dep. Leg: mv-152s.
- Medina S. J. 1979. Riego por Goteo Teoría y practica 3er. Ed. MUNDI PRENSA. Madrid España. 1q39-140 pag.
- Mengel, K. And E.A. Kirkby. 1982. Principales of Plant Nutrition. International Petash Institute. Bern Switzerland. 653 pag.
- Moroto, J. V. 1991. Congreso Nacional de Fertirrigaci3n Acta del Congreso Fundado Para la Investigaci3n Agraria en la Provincia de Almacenamiento. Almeria, España.

- Peña, P. E. 1995. Inyección de Fertilizantes en los Sistemas de Riego. Revista Horticultura Mexicana. Vol. 3 No. 2. México D. F.
- Pizarro, C. F. 1990. Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF) Goteo, Microaspersión, Exudación, 2ª Ed. MUNDI-PRENSA. Castellano, 37, Madrid.
- Reche, M. J. 1994. Limpieza y Mantenimiento de las Instalaciones de Riego por Goteo-Hojas divulgadoras Núm., 8-9/93HD. Ministerio de Agricultura Pesca Alimentación. Rivade Negra. S. A. Getate, Madrid. 2pag.
- Rojas P. L. Y Briones, S. G. 1994. Sistemas de Riego. U.A.A.A.N. Saltillo, México 105 pag.
- Soto, R. 1995. Principios de Fertirrigación. Revista Agricultura de las Américas N.S. Septiembre/Octubre. Great Neck, N.Y. E.U.A.
- Valdés, T.L.C. 1995. Introducción Simposio, Inyección de Fertilizantes en Riego Presurizado. Mexicana. Vol. 3 No. 2. México D. F.

APENDICE

Los resultados obtenidos en el análisis con la “t” studen al 0.05% de probabilidad arrojo los siguientes resultados.

Cuadro No. 1.10. Muestra los Tratamientos con la Fertilización Aplicada así como su Rendimiento y su Significancia.

TRATAMIENTOS		RENDIMIENTO KG/HA.	SIGNIFICANCIA
1	119-69-00	4974	*
2	119-69-00 MG	4617	*
3	119-69-00 MG-ZN	4818	*
4	119-69-00 MG-ZN-FE	4227	*
5	119-69-00 MG-ZN-FE-MN	5560	*

7	195-69-135	4654	*
8	195-69-135 MG	5133	*
9	195-69-135 MG-ZN	6185	*
10	195-69-135 MG-ZN-FE	6064	*
11	195-69-135 MG-ZN-FE-MN	6399	*
13	270-69-270	3929	*
14	270-69-270 MG	4629	*
15	270-69-270 MG-ZN	4596	*
16	270-69-270 MG-ZN-FE	5109	*
17	270-69-270 MG-ZN-FE-MN	5552	*
19		7208	NS

* SIGNIFICATIVO

NS NO SIGNIFICATIVO

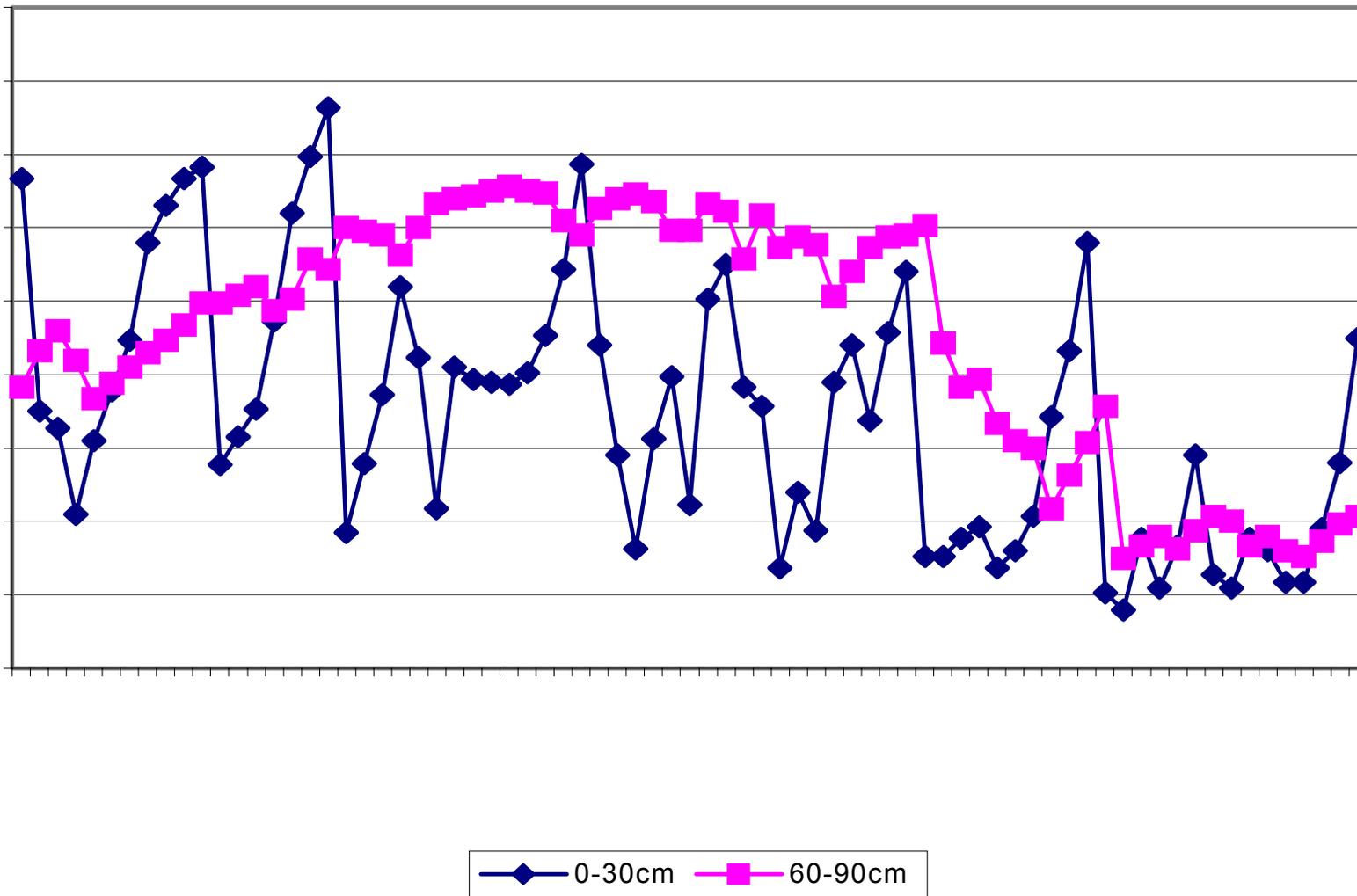


FIG. 6. Gráfica del Comportamiento de Humedad del Suelo Durante el Ciclo del Cultivo.

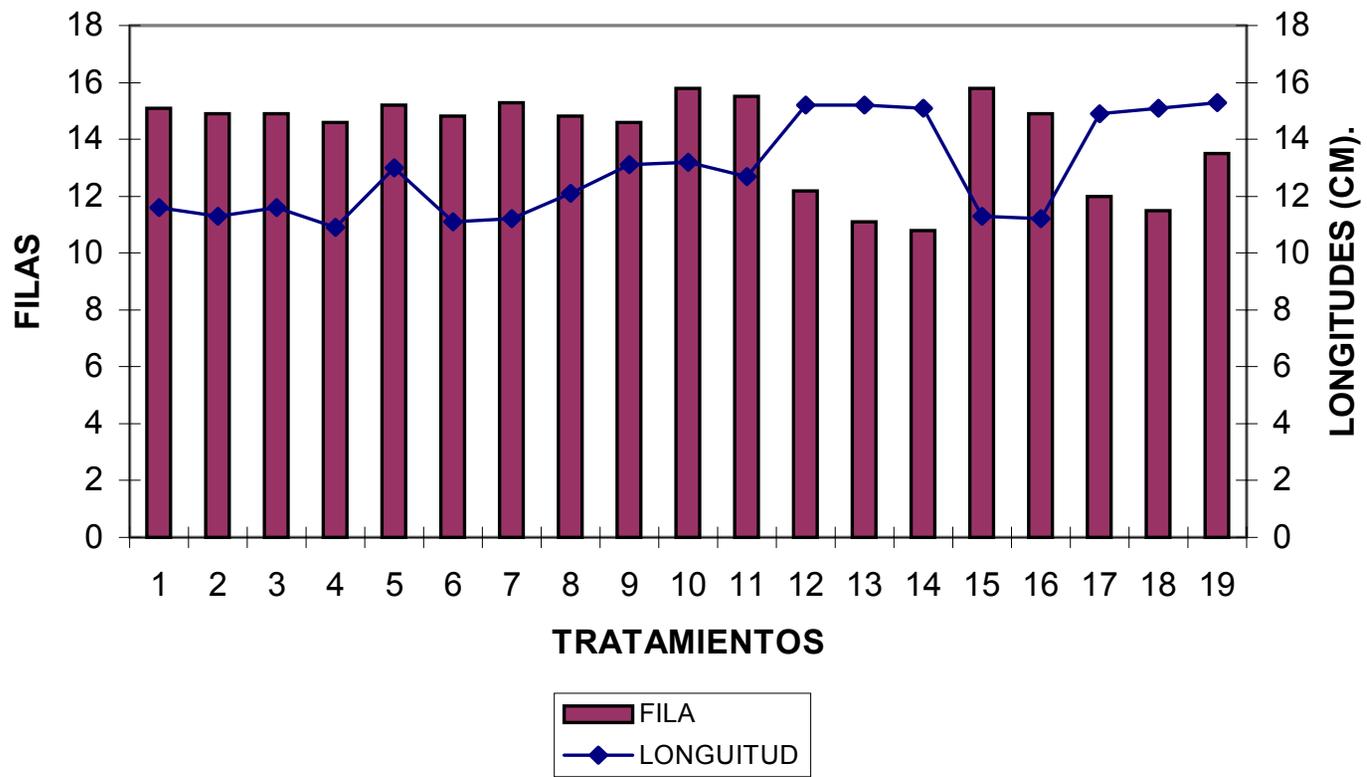
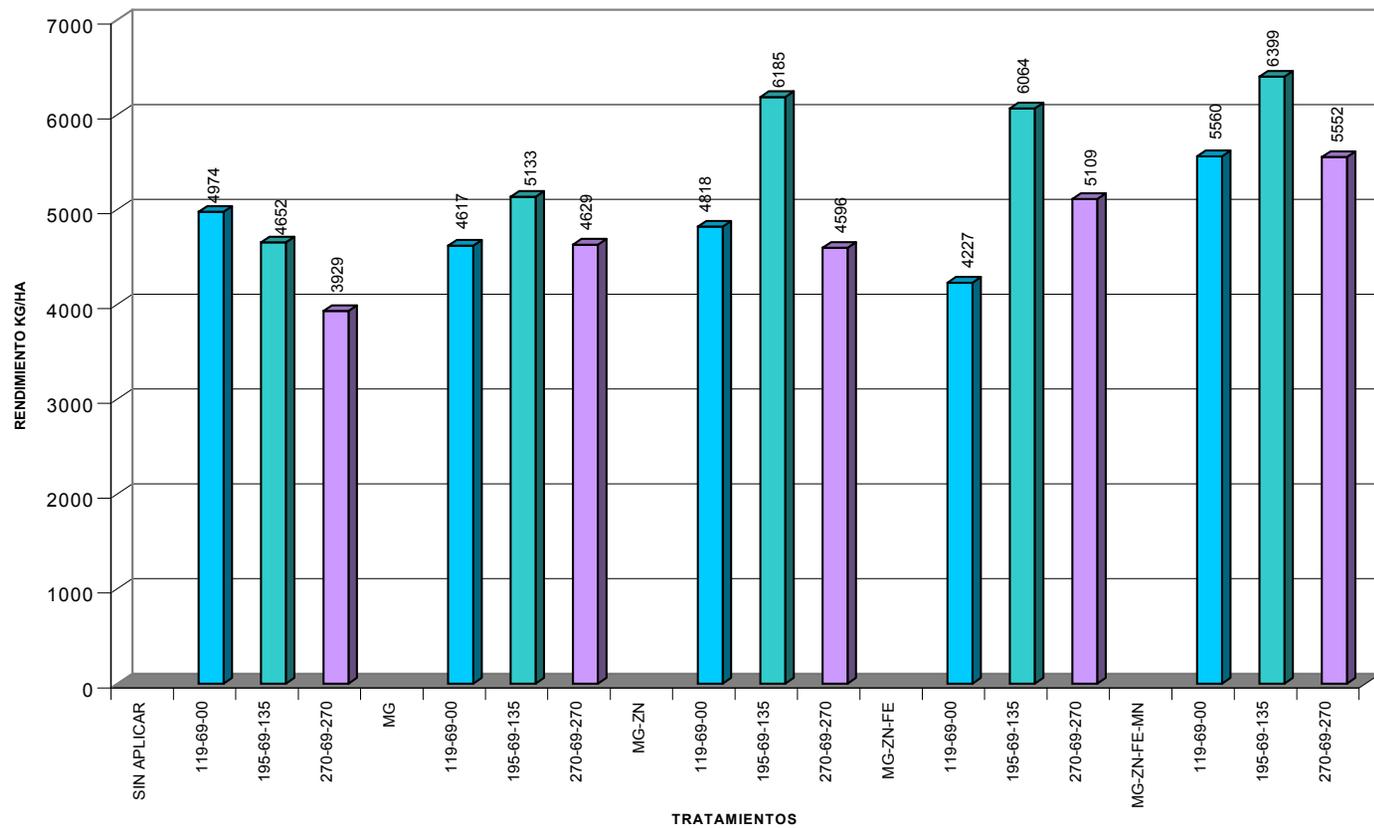


FIG. 6. Nos muestra la uniformidad de líneas y longitudes de las mazorcas de la IV unidad



* La aplicación de Mg fue de 20 unidades; Zn, Fe, Mn, a esto se le aplico 10 unidades de cada nutrientes.

FIG. 7. Rendimientos del Maíz de Acuerdo con la Aplicación de Macro y Micronutrientes.

CUADRO No. 1. 11. Nos muestra la comparación de todos los tratamientos con la “t” de student al 0.05 % de probabilidad.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19
T1	0 NS	357 NS	156 NS	747 NS	586 NS	115 NS	320 NS	159 NS	1211 *	1090 *	1425 *	936 *	1045 *	345 NS	378 NS	135 NS	578 NS	21 NS	2234 *
T2	357 NS	0 NS	201 NS	390 NS	947 *	472 NS	37 NS	516 NS	1568 *	1447 *	1782 *	1293 *	688 *	12 NS	21 NS	492 NS	935 NS	378 *	3591 *
T3	156 NS	201 NS	0 NS	591 NS	742 NS	271 NS	164 NS	315 NS	1365 *	1246 *	1581*	1092 *	889 *	189 NS	222 NS	291 NS	734 NS	177 NS	2390 *
T4	747 NS	390 NS	591 NS	0 NS	1333 *	864 *	427 NS	906 *	1958 *	1837 *	2172 *	1683 *	298 NS	402 NS	369 *	882 *	1325 *	768 NS	2981 *
T5	586 NS	943 *	792 NS	1333 *	0 NS	471 NS	906 *	427 NS	625 NS	504 NS	839 *	350 NS	1631 *	931 *	964 *	451 NS	8 NS	565 NS	1648 *
T6	115 NS	472 NS	271 NS	862 *	471 NS	0 NS	435 NS	44 NS	1096 *	975 *	1310 *	821 *	1160 *	460 NS	493 NS	20 NS	463 NS	94 NS	2119 *
T7	320 NS	37 NS	164 NS	427 NS	906 *	435 NS	0 NS	479 NS	1531 *	1410 *	1745 *	1256 *	725 NS	25 NS	58 NS	455 NS	898 *	341 NS	2554 *
T8	159 NS	516 NS	315 NS	906 *	427 NS	44 NS	479 NS	0 NS	1052 *	931 *	1266 *	777 *	1204 *	504 NS	537 NS	24 NS	419 NS	138 NS	2075 *
T9	1211 *	1568 *	1365 *	1958 *	625 NS	1096 *	1531 *	1052 *	0 NS	121 NS	214 NS	275 NS	2256 *	1556 *	1589 *	1076 *	633 NS	1190 *	1023 *
T10	1090 *	1447*	1246 *	1837 *	504 NS	975 *	1410 *	931 *	121 NS	0 NS	335 NS	154 NS	2135 *	1435 *	1468 *	955 *	512 NS	1069 *	1144 *
T11	1425 *	1782 *	1581 *	2172 *	839 *	1310 *	1745 *	1266 *	241 NS	335 NS	0 NS	489 NS	2470 *	1770 *	1803 *	1290 *	847 *	1404 *	809 *
T12	936 *	1293 *	1092 *	1683 *	350 NS	821 *	1256 *	777 *	275 NS	154 NS	489 NS	0 NS	1981 *	1281 *	1314 *	801 *	358 NS	915 *	1298 *
T13	1045 *	688 NS	889 *	298 NS	1631 *	1160 *	725 NS	1204 *	2256 *	2135 *	2470 *	1981*	0 NS	700 NS	667 NS	1180 *	1623 *	1066 *	3279 *
T14	345 NS	12 NS	189 NS	402 NS	931 *	460 NS	25 NS	504 NS	1556 *	1435 *	1770 *	1281 *	700 NS	0 NS	33 NS	480 NS	923 *	366 NS	2579 *
T15	378 NS	21 NS	222 NS	369 NS	964 *	493 NS	58 NS	537 NS	1589 *	1468 *	1803 *	1314 *	667 NS	33 NS	0 NS	513 NS	956 *	399 NS	2612 *
T16	135 NS	492 NS	291 NS	882 *	451 NS	20 NS	455 NS	24 NS	1076 *	955 *	1290 *	801 *	1180 *	480 NS	513 NS	0 NS	443 NS	114 NS	2099 *
T17	578 NS	935 *	734 NS	1325 *	8 NS	463 NS	898 *	419 NS	633 NS	512 NS	847 *	358 NS	1623 *	923 *	956 *	443 NS	0 NS	557 NS	1656 *
T18	21 NS	378 NS	177 NS	768 NS	565 NS	94 NS	341 NS	138 NS	1190 *	1069 *	1404 *	915 *	1066 *	366 NS	399 NS	114 NS	557 NS	0 NS	2213 *
T19	2234 *	3591 *	2390 *	2981 *	1648 *	2119 *	2554 *	2075 *	1023 *	1144 *	809 *	1298 *	3279 *	2579 *	2612 *	2099 *	1656 *	2213 *	0 NS

NS NO SIGNIFICATIVO

*

SIGNIFICATIVO

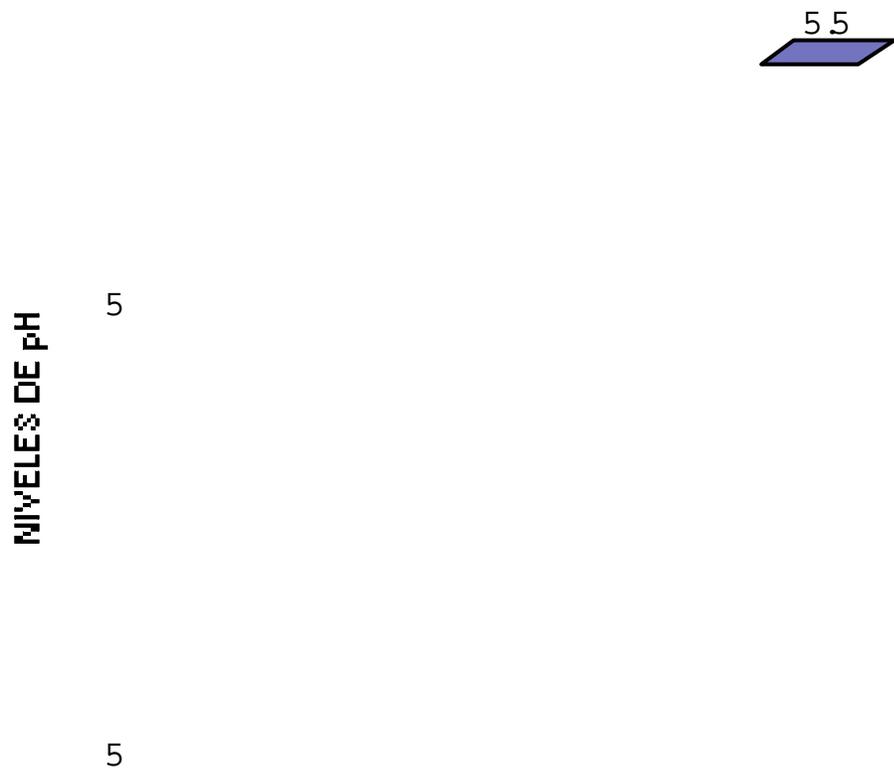


FIG. 2. Respuesta del pH en el Tallo y Hoja Para el Cultivo del Maíz.

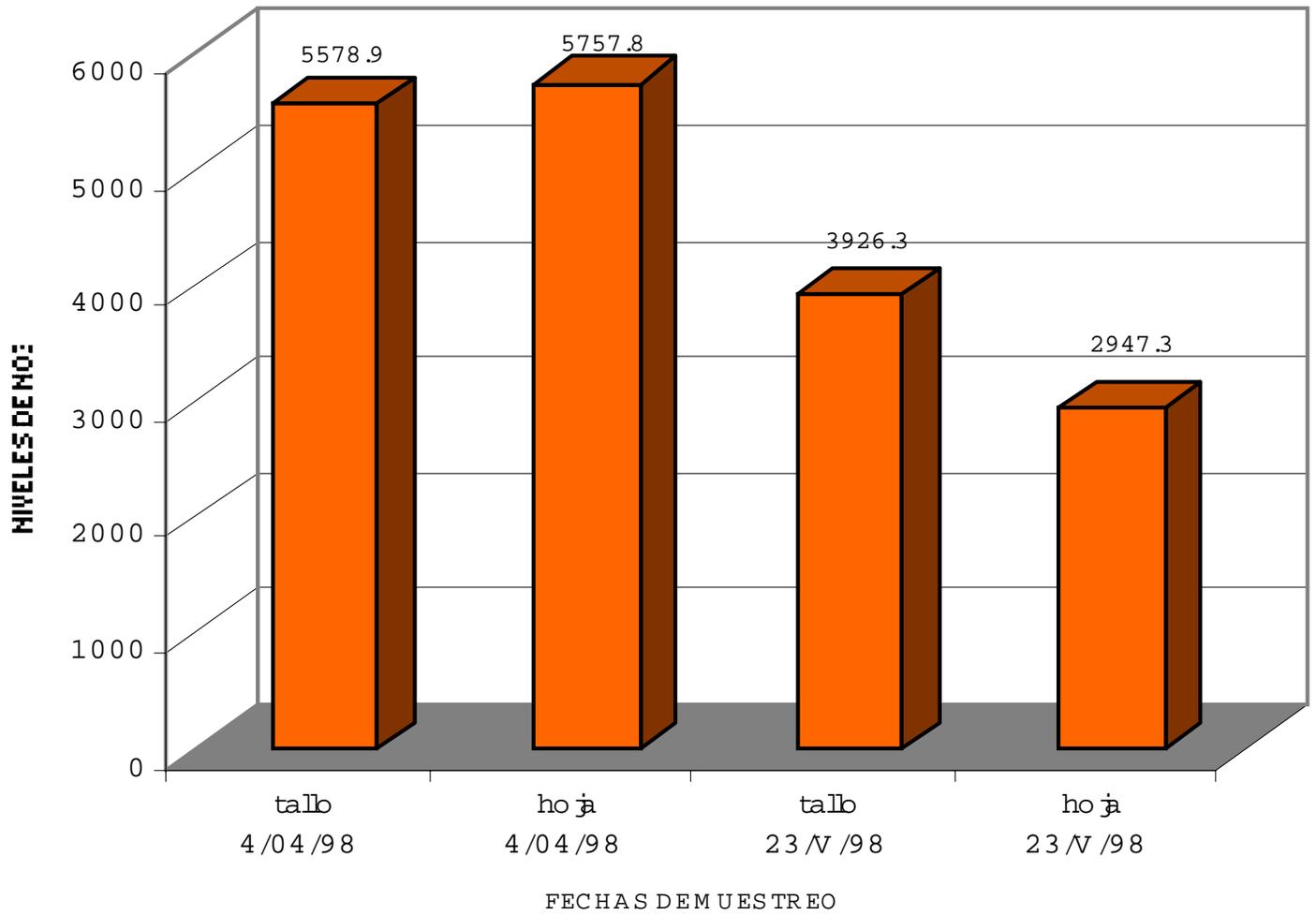


FIG. 3. Respuesta de los Nitratos en el Tallo y Hoja para el Cultivo del Maíz.

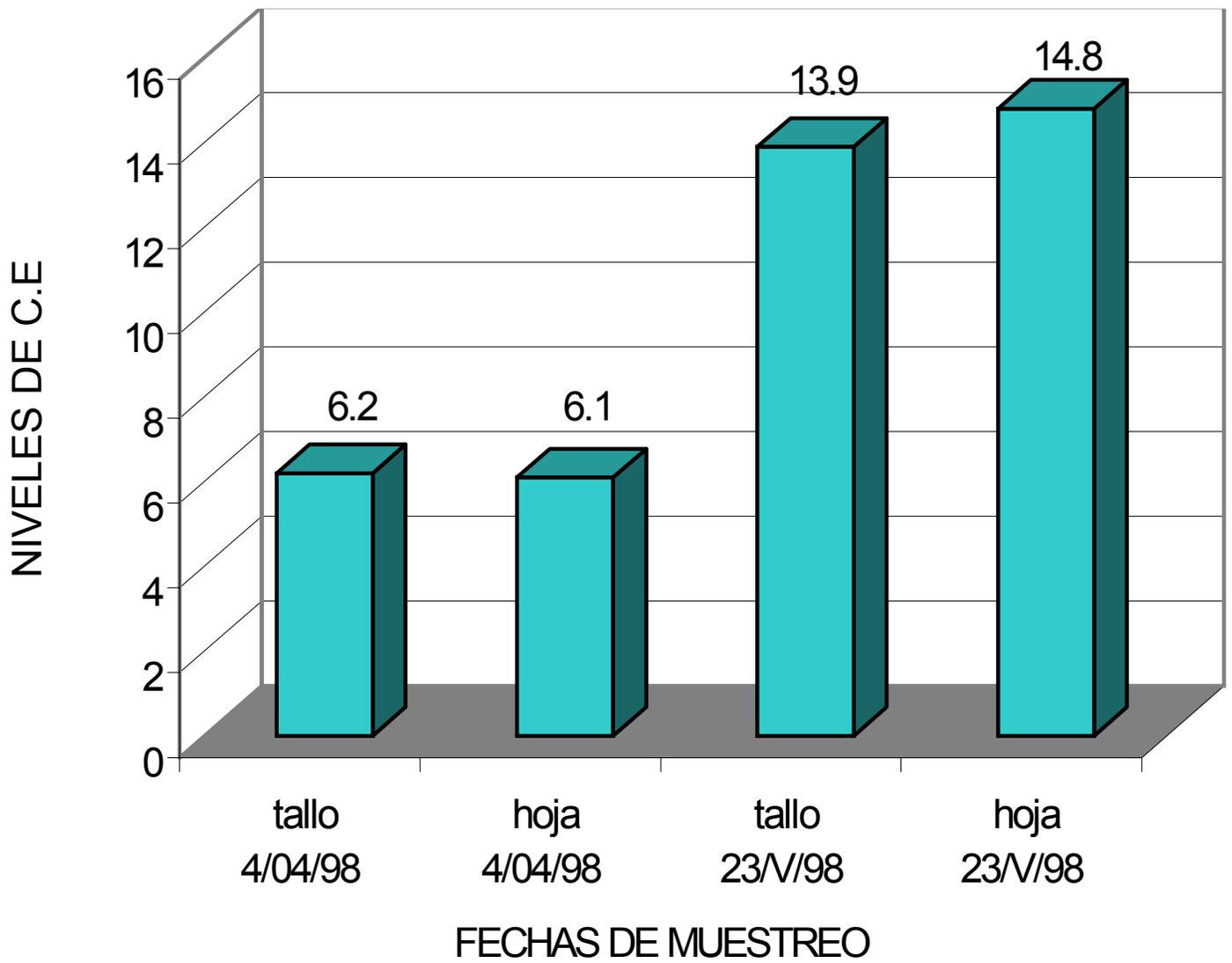


FIG. 4. Respuesta de la Conductividad Eléctrica en el Tallo y Hoja Para el Cultivo del Maíz.

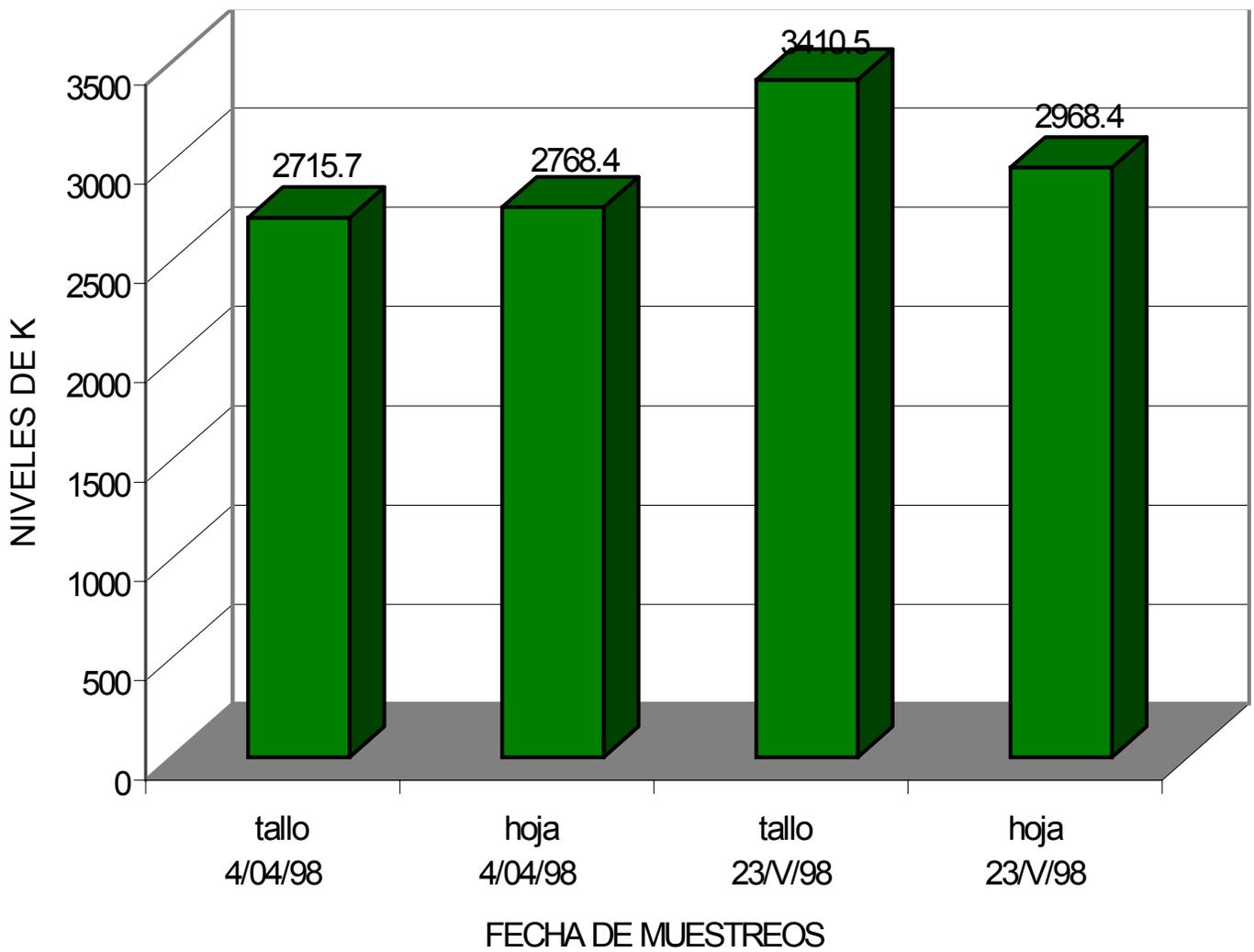


FIG. 5. Respuesta del Potasio en el Tallo y Hoja para el cultivo del Maíz.