

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE INGENIERIA



**RESPUESTA DE DOS HIBRIDOS DE (*Zea Mays* L.)
A LA FERTI-IRRIGACIÓN.**

Por:

LUIS RODOLFO HERNÁNDEZ CRUZ

TESIS

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

Ingeniero Agrónomo en Irrigación

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2000.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

RESPUESTA DE DOS HIBRIDOS DE (*Zea Mays* L.)

A LA FERTI-IRRIGACIÓN.

TESIS

PRESENTADA POR :

LUIS RODOLFO HERNÁNDEZ CRUZ

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito

Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACION

PRESIDENTE

Dr. Raúl Rodríguez García

Dra. Diana Jasso Cantú
ASESOR

Ing. Carlos Rojas Peña
ASESOR

Coordinador de la División de Ingeniería

Ing. Jesús R. Valenzuela García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

DEDICATORIAS

A DIOS NUESTRO SEÑOR

Que me dió la capacidad intelectual y el entusiasmo para lo que ahora he logrado, haciendo de los obstáculos de la vida un gran momento de reflexión sobre los triunfos conquistados y por conquistar.

CON PROFUNDO AMOR Y RESPECTO A MI PADRE

RODOLFO HERNÁNDEZ PRIEGO

Por haberme dado siempre esos consejos que fueron el pilar para guiarme por un buen camino de la vida y por todos los sufrimientos y esfuerzos y confianza que me depositó.

A MIS HERMANOS

JUAN CARLOS HERNÁNDEZ CRUZ

DORA ALICIA HERNÁNDEZ CRUZ

Con mucho cariño y respeto por que siempre están en los momentos más difíciles de mi vida, quienes de una manera u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.

A TODA MI FAMILIA

En especial a todos mis **Tíos** que con sus consejos y sus sabias experiencia me ayudaron a continuar mis estudios y en especial a mi **Abuelita Paula Priego Vargas**

A MÍ “ALMA TERRA MATER”

Por albergarme todo este tiempo de mi formación, brindándome muchos apoyos que fueron de mucha ayuda para lograr mi objetivo anhelado.

AL DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Por su participación constante en mi formación profesional y en especial

a todos mis maestros que con sus experiencia me formaron como profesionalista.

A LA GENERACIÓN LXXXVIII

Por su amistad y por todos los gratos momentos que pasamos juntos.

A TI

Por tu comprensión y amistad que me brindaste durante este tiempo y tu gran apoyo que necesita un estudiante, a ti **Cristela Angeles Avalos**.

AGRADECIMIENTOS

Al **Dr. Raúl Rodríguez García** por su dedicación y gran apoyo en la realización de este trabajo.

A la **Dra. Diana Jasso Cantú** por su comprensión y confianza en las observaciones de este trabajo.

Al **Ing. Carlos Rojas Peña** gracias por la culminación de este trabajo.

A mis amigos: Pablo, Bruno, Elias, Carmen, Maricela, Alma, Leticia, Gloria, Narcizo, Alberto, Patricio, Jaime, Azorin, Jorge, Humberto, Mario, Enoc, Miguel, Gilberto, Claudio, Arlen, Isabel, Nery, Nellybeth, Valentin, Julio, y a todos los grandes amigos que conozco.

Al laboratorio de Fitoquímica del Departamento de Fitomejoramiento y en especial a Leticia Rodríguez, Guadalupe Moreno, Edith Chaires así como a los trabajadores de campo Francisco y Jorge, y a todos los que laboraron en la realización de este trabajo.

Al laboratorio de calidad de aguas del Departamento de Riego y Drenaje en especial a la TLQ Silvia y Socorro por los análisis de suelo.

ÍNDICE GENERAL.

Pags.

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Objetivo particulares.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Generalidades del maíz.....	4
2.1.1 Tallo.....	4
2.1.2 Grosor del tallo.....	4
2.1.3 La semilla y el embrión	5
2.1.4 La germinación y el afianzamiento de la planta.....	5
2.2.5 Desarrollo vegetativo.....	6
2.2 Materia seca.....	7
2.3 Índice de área foliar.....	8
2.4 Humedad en el suelo.....	9
2.4.1 Saturación	9
2.4.2 Capacidad de campo.....	9
2.4.3 Punto de marchitez permanente.....	10
2.4.4 Capacidad de retención.....	10
2.4.5 Agua disponible.....	10
2.5 Medición de la humedad del suelo.....	10
2.5.1 El tensiómetro.....	11
2.6 Generalidades del riego por goteo.....	11
2.6.1 Eficiencia y frecuencia del riego por goteo.....	13
2.6.2 Factores que favorecen el uso de un sistema de riego por goteo.....	13
2.7 Nutrición de la planta.....	13
2.7.1 Importancia de nitrógeno.....	14
2.7.2 Importancia del fósforo.....	14
2.7.3 Importancia del potasio.....	14
2.7.4 Síntomas de deficiencias en la planta.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17

3.1 Localización del sitio experimental.....	17
3.2 Clima.....	17
3.3 Tipo de suelo y propiedades físico-químicas.....	17
3.4 Establecimiento del experimento.....	18
3.5 Siembra.....	19
3.6 Material genético.....	19
3.7 Distribución de los tratamientos.....	21
3.8 Labores culturales.....	21
3.9 Medición y control de riegos.....	22
3.9.1 Tensiómetros.....	22
3.9.2 Dispensor de neutrones.....	22
3.9.3 Lamina de riego.....	22
3.10 Fertilización.....	23
3.10.1 Aplicación de fertilizante.....	24
3.11 Parámetros evaluados.....	24
3.11.1 Altura de la planta.....	24
3.11.2 Índice de área foliar.....	24
3.11.3 Materia seca.....	25
3.11.4 Contenido de nitrógeno total.....	25
3.11.5 Contenido de proteína (%).....	26
3.11.6 Rendimiento.....	27
3.12 Condiciones climáticas.....	27
3.13 Diseño estadístico.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	29
4.1 Condiciones climáticas.....	29
4.2 Tensión de la humedad del suelo y número de riegos.....	29
4.3 Altura de la planta.....	32
4.4 Número de hojas.....	33
4.5 Determinación del índice de área foliar de los dos materiales genéticos.....	34

4.6 Acumulación de materia seca total.....	36
4.7 Fertilización.....	37
4.8 Comportamiento del nitrógeno total en planta y grano.....	38
4.9 Rendimiento de grano.....	41
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. RESUMEN.....	45
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	46
VIII. APÉNDICE.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

	Pags
3.1 Valores de parámetros físicos-químicos del suelo donde se estableció el experimento en el ciclo verano-otoño.....	18

3.2	Especificaciones del fabricante para la cintilla T-Tape Ts	19
3.4	Consumo acumulado durante el ciclo para la densidad de población de 100,000 plantas por hectárea (Karlen <i>et al.</i> , 1987).....	23
3.3	Precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas.....	28
4.1	Número y fechas de riegos, cantidades aportadas en cm y m ³ /Ha en el Tratamiento Uno.....	31
4.2	Número y fechas de riegos, cantidades aportadas en cm y m ³ /Ha en el Tratamiento Dos.....	32
4.3	Cantidades de N,P y K en los diferentes periodos, considerando las necesidades de 100,000 plantas por hectárea.....	37
4.4	Concentración de proteína combinada (%) y rendimiento de proteína (Kg/Ha en el Tratamiento Uno)	40
4.5	Concentración de proteína combinada (%) y rendimiento de proteína (Kg/Ha en el Tratamiento Dos).....	41
4.6	Rendimiento de grano (Ton/Ha) para las nueve repeticiones de los dos tratamientos.....	42
4.7	Análisis de varianza para rendimiento en grano en Ton/Ha de los dos híbridos.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pags	
4.1	Evolución de la precipitaciones y las temperaturas máximas y mínimas de junio a noviembre.....	29
4.2	Comportamiento de las tensiones contra el tiempo del tratamiento uno a dos profundidades de observación.....	30

4.3	Comportamiento de las tensiones contra el tiempo del tratamiento dos a dos profundidades de observación.....	31
4.4	Comportamiento de la altura de la planta de los tratamientos (T1 y T2).....	33
4.5	Comportamiento del número de hojas de los dos tratamientos (T1 y T2).....	34
4.6	Índice de área foliar observados en el tratamiento uno (híbrido AN-447).....	35
4.7	Índice de área foliar observados en el tratamiento dos (híbrido AN-445).....	35
4.8	Evaluación de materia seca en Kg/Ha en los dos tratamientos (híbridos AN-447 y AN-445).....	36
4.9	Acumulado de nitrógeno en la planta y grano en el híbrido AN-447.....	38
4.10	Acumulado de nitrógeno en la planta y grano en el híbrido AN-445.....	39
4.11	Rendimientos obtenidos por los dos híbridos.....	42

APÉNDICE DE CUADROS

	Pags	
A.1	Valores de tensión de la humedad del suelo a dos profundidades durante el ciclo del cultivo.....	50
A.2	Materia seca acumulada en los dos híbridos AN-447 y AN-445 por (gr y Kg).....	52
A.3	Valores promedio de altura (cm) y número de hojas de la planta	

del híbrido AN-447 y AN-445.....	53
A.4 Valores del índice de área foliar de los dos tratamientos (híbrido AN-447 y AN-445) evaluados durante el ciclo del cultivo.....	53
A.5 Requerimiento de N,P y K durante el desarrollo del cultivo de maíz según Karlen,D.L. (1987).....	54
A.6 Contenido de nitrógeno y proteína (%) y peso (gr) de las partes de la planta del híbrido AN-447 durante el ciclo de desarrollo.....	58
A.7 Contenido de nitrógeno (%) en la planta, en las partes de la planta de maíz híbrido AN-447, contenido de nitrógeno combinado (%) y rendimiento (Kg/Ha) de la planta y grano.....	59
A.8 Contenido de proteína (%) de las diferentes partes de la planta de maíz híbrido AN-447; contenido de proteína combinada y rendimiento (Kg/Ha) de proteína y rendimiento en grano.....	60
A.9 Contenido de nitrógeno y proteína (%) y peso (gr) de las partes de la planta del híbrido AN-445 durante el ciclo de desarrollo.....	61

APÉNDICE DE CUADROS

	Pags
A.10 Contenido de nitrógeno (%) en la planta, en las partes de la planta de maíz híbrido AN-445, contenido de nitrógeno combinado (%) y rendimiento (Kg/Ha) de la planta y grano.....	62
A.11 Contenido de proteína (%) de las diferentes partes de la planta de maíz híbrido AN-447; contenido de proteína combinada y	

I INTRODUCCIÓN.

Actualmente el Maíz, (*Zea Mays* L.), se cultiva en la mayoría de los países del mundo ocupando el tercer lugar en la producción mundial después de trigo y arroz respectivamente, en nuestro país es una de las principales fuentes de la alimentación básica, por esta razón es un cultivo primordial tanto a nivel superficie sembrada como el de la producción total, su siembra se realiza en todas las zonas agroecológicas del país, beneficiando a una gran parte de la población rural. En 1997, se sembraron un total de 17'114,597 has de las cuales se cosecharon 9'133,074 has, que representa el 54 % del total de esta

superficie, 1'354,207 has estuvieron bajo riego, y 7'748,867 has, en temporal. El rendimiento promedio a nivel nacional bajo riego es de 5096 kg /Ha, y de temporal es de 1775 kg / Ha.

Los rendimientos anteriormente citados se pueden considerar muy por debajo del potencial del cultivo, tanto en áreas de temporal como de riego. Para incrementar el rendimiento y la productividad de este cultivo en las diferentes zonas agroecológicas, se requiere que se identifique cuales son los factores de la producción que limita el rendimiento y mediante la investigación se de solución a la problemática.

En las zonas áridas y semiáridas del norte del país el principal factor limitante para el desarrollo de la agricultura es la poca disponibilidad de agua. Con la finalidad de eficientar al máximo este escaso recurso, se han desarrollado tecnologías avanzadas de riego como son el riego por aspersion, goteo, y micro-aspersion.

Con las tecnologías de riego por goteo, micro-aspersion, y ferti - irrigación se economiza el recurso agua, energía, fertilizantes, mano de obra, etc., y simultáneamente aumenta la producción.

La ferti-irrigación consiste en hacer llegar los fertilizantes a las plantas por medio del riego, la utilización del riego por goteo como medio de conducción de fertilizantes en comparación con otros sistemas de riego (aspersion), presenta las siguientes ventajas: la aplicación se efectúa lo más cercano a las raíces, la dosificación de fertilizantes se realiza de acuerdo a la demanda del cultivo, la distribución es más uniforme.

El maíz entre los cultivos básicos, debido a la idiosincrasia nacional es manejado en su mayor parte con tecnología de bajo nivel de inversión y de productividad. En la agricultura de subsistencia los rendimientos están muy por debajo del potencial del cultivo, y en la agricultura empresarial aún falta incorporar tecnología de mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes y del agua. Como es el caso de la ferti-irrigación, siendo necesario investigar cual es el manejo y respuesta del este cultivo cuando se utilice esta tecnología.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la respuesta de dos materiales genéticos de maíz conducidos bajo ferti-irrigación.

1.2 OBJETIVO PARTICULARES:

Bajo las mismas condiciones de manejo de agua y fertilizantes determinar en dos híbridos de maíz la acumulación de materia seca, el índice de área foliar y el contenido de nitrógeno en las diferentes etapas de desarrollo, así como el rendimiento del grano.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Generalidades del Maíz.

El maíz (*Zea mays* L.), pertenece a la familia de las Gramineas, a la tribu Maideas, se cree que se originó en los trópicos de América Latina, es una planta herbácea anual y monoíca, cuyas células poseen cromosomas., Los géneros de origen americano son: *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena* la importancia de estos últimos géneros residen en su relación filogenética con el género *Zea*, cuyo interés como especie agrícola es muy grande en todo el mundo.

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuario y Forestal (1994-1995) menciona que el maíz posee un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta los 5 metros de altura (lo normal es de 2 hasta 2.5 m), muy robusta su

tallo es nudoso, macizo, lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de ancho por 35 a 50 cm de longitud), de borde áspero finamente ciliado y algo ondulado. Desde el entrenudo inferior puede producir tallos secundarios.

2.1.1 El tallo

Está formado por entrenudos separados más o menos distantes, cerca del suelo, los entrenudos son cortos y de los nudos nacen raíces aéreas.

2.1.2 El grosor del tallo

Disminuye de abajo hacia arriba, su sección es circular, pero desde la base hasta la inserción de la mazorca presenta una depresión que va haciéndose más profunda conforme se aleja del suelo, desde el punto del pedúnculo que sostiene la mazorca, la sección del tallo es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina que corona la planta.

Posee de un sistema radicular bastante extenso formado por tres tipos de raíces:

- ◆ Las raíces primarias emitidas por la semilla comprenden la radícula y las raíces seminales.
- ◆ Las raíces secundarias se comienzan a formar a partir de la corona, por encima de las raíces primarias, constituyen casi la totalidad del sistema radicular.
- ◆ Las raíces aéreas o adventicias que nacen en último lugar, en los nudos de la base del tallo, por encima de la corona.

2.1.3 La semilla y el embrión

El grano de maíz maduro está compuesto por tres partes principales:

La cubierta de la semilla o pericarpio, El endosperma amiláceo y el embrión (también llamado germen), que llegará a ser la nueva planta, cada una de estas partes tiene una constitución hereditaria distinta ; el pericarpio está formado totalmente por el tejido de la planta madre, que produjo la semilla, el

endosperma hereda dos tercios de la planta madre y un tercio del padre, y el embrión recibe una contribución igual de ambos padres.

2.1.4 La germinación y el afianzamiento de las plántulas

Comúnmente el grano de maíz, se siembra en suelo húmedo y cálido, que permita el rápido crecimiento de la germinación, cuando la semilla se pone en contacto con la humedad, absorbe agua a través de la cubierta y el grano comienza a hincharse, los cambios químicos activan el crecimiento en el eje embrionario y las condiciones siguen siendo favorables, la radícula se alarga y sale de la cubierta en dos o tres días poco después, también la plúmula comienza alargarse y se inicia la formación de las nuevas hojas dentro de esta parte de la plántula.

Cuando el maíz se siembra a una profundidad excesiva o en condiciones desfavorables de crecimiento, puede detenerse el alargamiento del mesocótilo ; en otros casos la plántula pierde orientación, crece en forma de tirabuzón y no llega a surgir.

Sí el suelo está demasiado frío, húmedo o seco, es posible que la germinación sea más lenta o que la planta muera antes de su implantación en los primeros días la escasez de los nutrimentos no es fundamental pero a medida que las raíces comienzan a nutrir a la planta joven, la escasez de los elementos primarios en especial de fósforo, puede retrasar seriamente el crecimiento y desarrollo, en la mayoría de los casos puede evitarse efectos permanentes sobre el crecimiento y el rendimiento, si se corrige a tiempo los problemas que aparecen en la etapa vegetativa.

2.1.5 Desarrollo vegetativo

Una vez afianzada la planta de maíz inicia la formación del sistema radicular y la estructura foliar, que utilizará posteriormente para producir la inflorescencia y el grano, en las condiciones normales todas las hojas de la planta se forman durante las primeras 4 o 5 semanas de su crecimiento.

Las nuevas hojas originan en un único punto de crecimiento situado en el ápice del tallo, en realidad durante gran parte de las tres o cuatro primeras semanas posteriores a la siembra, esta parte se encuentra bajo la superficie o cerca de ella; a medida que la planta crece y hasta poco antes del surgimiento de la panoja, aparecen hojas nuevas que se han formado dentro de la planta durante el periodo de crecimiento vegetativo, de 5 hojas embrionadas en la semilla, una planta de maíz normal produce entre 20 y 30 hojas, todas ellas se forman en el punto de crecimiento antes de comenzar el desarrollo de la panoja.

En la etapa de crecimiento vegetativo es muy frecuente que se presenten síntomas de falta de varios nutrimentos, especialmente el fósforo, potasio, magnesio y zinc.

2.2 Materia seca

La materia seca es el resultado del proceso fotosintético y la respiración, en la cual los carbohidratos producidos en este proceso, son utilizados en la construcción para la estructura de la planta (Tanaka A. y Yamaguchi J. 1984).

La tasa de acumulación de materia seca en algunas especies esta limitada por la disponibilidad de carbón, agua, nitrógeno, etc., pero en otras especies la tasa esta influenciada muy poco por esos factores, a no ser que estén suministrados en menor cantidad por debajo de los valores normales. Para las especies superiores, algún factor es limitante, la expansión foliar, de peciolos y de tallo internodal son inhibidos, pero las hojas nuevas continúan apareciendo a una tasa exclusivamente en función de la temperatura (Mayaki *et al.*, 1976).

Tanaka A. Y Yamaguchi J. (1984), establecen que el proceso de crecimiento de las plantas de maíz puede ser dividido en cuatro fases, que son:

- **Fase vegetativa inicial:** Brotan las hojas y posteriormente se desarrollan en sucesión acrópeta (de abajo hacia arriba), la producción de la materia

seca es muy lenta. Esta fase termina al iniciar la diferencia de los órganos reproductivos o la elongación de los entrenudos, o bien en ambos casos.

- **Fase vegetativa:** Se desarrolla las hojas, culmo y el primordio de los órganos reproductivos, primeramente ocurre un incremento activo del peso de las hojas y posteriormente del culmo. Esta fase termina con la emisión de la espiga.
- **Fase inicial del llenado del grano:** El peso de las hojas y el culmo continúan incrementándose a una velocidad mayor, continúa al peso de las espigas y del raquis y el peso de los órganos se incrementa lentamente. A esta fase se le puede considerar como transitorias entre la vegetativa y la de llenado del grano.
- **Fase de llenado de grano:** Se presenta un periodo de rápido incremento en el peso de órganos, que va acompañado por un ligero abatimiento en el peso de las hojas, culmo y raquis.

2.3 Índice de Área Foliar

González (1990), menciona que el área foliar es uno de los parámetros más importantes en la evaluación del crecimiento de las plantas, de ahí que la determinación adecuada del mismo sea fundamental para la correcta interpretación de los procesos de desarrollo de un cultivo. Existen diferentes métodos para estimar el área foliar, sin embargo, la mayoría de éstos se aplican a las hojas frescas.

Francis *et al.* (1969), determinó el área foliar en hojas de maíz y menciona que el primero que utilizó la ecuación de largo por ancho máximo por 0.75, fue Montgomery en 1911.

Epstein y Robinson (1965), determinaron el área foliar en papa, midiendo el contorno de la hoja con un planímetro correlacionando el área foliar con el peso seco, obtuvieron una mayor correlación con la parte superior de la planta, encontraron también que el área foliar demostraba una relación lineal con

respecto a largo y ancho de las hojas mencionan también una cerrada relación entre el área foliar y el largo de la hoja.

Wayne (1984), realizó mediciones longitudinales desde la base del peciolo hasta el ápice de las hojas; paralelamente midió el área foliar de la hoja en un aparato automático, encontró que las mediciones lineales a través de la vena principal de la hoja se correlacionaban significativamente con el valor determinado en el medidor de área foliar.

2.4 Humedad del suelo.

Para proyectar el manejo de un sistema de riego es importante la relación que existe entre el agua-suelo-planta. siendo necesario determinar las características físicas del suelo como son: la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente, la humedad disponible y la velocidad de infiltración.

Si existe un exceso de humedad, o una insuficiencia de agua en el suelo, el crecimiento del cultivo será retardado. Mientras que la irrigación es un medio artificial para agregar humedad al suelo para prevenir deficiencias de humedad, un mal uso de la irrigación creará problemas de exceso de humedad en el suelo. Características importantes del suelo que pueden ser sumariadas como siguen;

- La relación de sales en el suelo es un efecto que causa el agua de riego de diferentes calidades y afecta las propiedades hidráulicas del suelo. Esto usualmente depende de las clases y la cantidad de arcilla en el suelo
- La erosionabilidad es movilidad de la superficie del suelo cuando el agua fluye sobre la superficie.
- La uniformidad del suelo los efectos causados por una diferencia en las características de los suelos son importantes.

2.4.1 Saturación

Es el punto en el cual el agua ocupa todo el espacio de los poros del suelo.

2.4.2 Capacidad de campo

Es la cantidad de agua que un suelo puede retener en contra de la gravedad cuando se deje drenar libremente; se expresa porcentualmente es equivalente al contenido de humedad retenido a una tensión de 30 centibares.

2.4.3 Punto de marchitez permanente

Es la cantidad de agua en el suelo cuando las plantas se marchitan permanentemente, la cual se expresa en valor porcentual. Es equivalente al contenido de humedad retenido a una tensión de 150 centibares o 15 bares.

A este nivel, en la parte porosa del suelo el contenido de humedad es muy bajo por lo cual la planta no puede absorber el agua que necesita para desarrollarse.

2.4.4 Capacidad de retención

Un perfil de suelo tiene la aptitud de retener cantidades variables de agua dependiendo de características como la textura, estructura, contenido de materia orgánica, porosidad, etc. Sin embargo, no toda el agua está a disposición de las plantas; los conceptos de capacidad de campo y punto de marchitez permanente así lo demuestran.

2.4.5 Agua Disponible

La cantidad de agua retenida por el suelo entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, abarca ese porcentaje de agua del suelo que puede ser extraído por las plantas. Esta es el agua disponible y el 75 por ciento de la misma se denomina humedad fácilmente disponible (Gavande, 1982; Buckman y Brady, 1977; Agricultura de las Américas, 1982).

2.5 Medición de la humedad del suelo

Gavande, (1982), menciona que hay dos objetivos en la medición del agua del suelo:

a) Determinar el contenido de humedad de un suelo. Esta información es necesaria para calcular el agua que se necesita para restaurar la humedad del suelo y llevarlo a la capacidad de campo.

b) Determinar la magnitud del potencial del agua del suelo, que es la cantidad de trabajo necesaria para remover una cantidad equivalente a una unidad de agua retenida más flojamente.

En la actualidad existen varios métodos que permiten medir la humedad del suelo en un momento dado, Rojas y Ramos (1998) los clasifican en:

1. Métodos directos.
 - a). Gravimétrico.
 - b). Lisimétrico.
2. Métodos indirectos.
 - a). Tensiómetros.
 - b). Resistencia eléctrica.
 - c). Dispensor de neutrones.

2.5.1 El tensiómetro

Un tensiómetro es un dispositivo para realizar medidas directas en campo de la tensión con que el suelo retiene el agua.

2.6 Generalidades del riego por goteo.

Rodríguez, L.I.A.(1983), menciona que los sistemas de riego por goteo son diseñados para descargar cantidades de agua controladas en la vecindad de las plantas, uno de los principales factores es mantener el control adecuado de agua para evitar pérdidas por infiltración en el suelo.

Hiller y Howel, (1972) citados por García y Briones (1986) indicaron que en un sistema de riego por goteo, el agua puede ser suministrada al cultivo, en base a una baja tensión y una alta frecuencia, con lo que se crea un medio ambiente óptimo de humedad en el suelo, la eficiencia en el uso del agua podría ser aumentada en un 50 % ó más usando un riego por goteo en lugar de un riego por superficie.

Hiller y Howel, (1972); Karmeli y Keller (1975), y Karmeli y Smith (1975). Citado por García y Briones proponen las ventajas y desventajas del riego por goteo que son:

Ventajas:

- ◆ Ahorro de agua debido al alto control de este sistema de riego, el agua puede ser aplicada muy eficientemente. Solamente aquella porción del suelo con actividad radicular que necesita ser irrigada y las pérdidas por evaporación pueden ser reducidas a un mínimo.
- ◆ Respuesta del cultivo: Un alto promedio de humedad junto con una adecuada aireación del suelo puede ser mantenido con este sistema. Esto resulta en una respuesta favorable de algunos cultivos aumentando su rendimiento y la calidad de los frutos.
- ◆ Ahorro de mano de obra: La mayoría de los sistemas de riego son permanentes o semipermanentes teniendo así muy bajos costos en cuanto a mano de obra se refiere.
- ◆ Uso óptimo y ahorro de fertilizante: el fertilizante puede ser aplicado através de un sistema de riego por goteo (ferti-irrigación), usando un equipo especial debido principalmente al alto control que se tienen con el agua.
- ◆ Menor crecimiento de hierba debido a que sólo una fracción del suelo es mojado con este sistema.

Desventajas:

- ◆ Sensibilidad a taparse ocasionando por el pequeño tamaño de las aberturas de los goteros.
- ◆ Problemas con la distribución de la humedad; existe la evidencia que no todos los cultivos responden a sólo una localización de región de humedad.

- ◆ Suelo seco y formación de polvo durante las operaciones de mecánicas esto se debe a que sólo una parte del total del campo de cultivo recibe agua durante el riego y la mayor parte permanece seca creando los problemas antes mencionados.

2.6.1 Eficiencia y frecuencia del riego por goteo

García y Briones (1997), señala que al suministrar el agua en pequeñas cantidades al cultivo, de acuerdo con sus necesidades y dadas sus características de funcionamiento, las pérdidas se reducen a su mínima expresión, es por esto un sistema de alta frecuencia.

2.6.2 Factores que favorecen el uso de un sistema de riego por goteo

Algunos factores que favorecen un sistema de riego por goteo:

- Los suelos son muy porosos para permitir una buena distribución del agua por métodos de superficie.
- Los suelos son muy pocos profundos para ser apropiadamente nivelados.
- Los costos de nivelación son excesivos.
- El suelo es fácilmente erosionado.
- El gasto es pequeño, pero disponible cuando se requiere.
- El suministro de agua es limitado.

2.7 Nutrición de las Plantas.

Para que las plantas se desarrollen normalmente deben contar con el medio adecuado donde se encuentren localizados los nutrientes llamados macro, micro y oligoelementos. Dentro de los macroelementos encontramos al Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, y Azufre, así mismo los microelementos como el Hierro, Manganeso, Boro, Molibdeno, Cobre, Zinc y Cloro. Los oligoelementos son Hidrógeno, Carbono y Oxígeno, estos elementos

o nutrientes se les considera como esenciales para crecimiento y desarrollo de las plantas (Tisdale y Nelson 1982).

En base a los elementos requeridos en la nutrición de las plantas se proponen los siguientes criterios de esencialidad:

1. - Bajo la ausencia del elemento en cuestión no es posible el desarrollo normal de la planta.
- 2.- Los síntomas de deficiencia deben ser corregidos, solo con el abastecimiento del elemento correspondiente.
3. - Las funciones del elemento químico o su influencia sobre el metabolismo deben ser conocidas.
4. - El elemento debe tener acción directa en la nutrición y no solo actuar a través de variaciones en el sustrato.

2.7.1 Importancia del Nitrógeno

El nitrógeno tiene vital importancia para la nutrición de la planta y su suministro debe ser controlado por el hombre. Este elemento, para ser absorbido por la mayoría de las plantas (excepto leguminosas), debe estar en forma de ión nitrato (NO_3), ión amonio (NH_4), ión amidico (NH_2) y urea (NH_2) para que la planta los asimile. La manera más rápida en que la planta lo asimila es en forma de nitrato (Tisdale y Nelson, 1985).

2.7.2 Importancia del fósforo

Tanto el fósforo, como el nitrógeno, son muy importantes como parte estructural de muchos compuestos, principalmente ácidos nucleicos y fosfolípidos, además juega un papel básico en las transformaciones de energía y participa en el metabolismo de las grasas y las proteínas (Tamhane, 1983).

El fósforo es absorbido por la planta en forma de ion primario ortofosfato (HPO_4) que es más rápida la absorción por las raíces de la planta, lo cual va a depender del pH que rodea las raíces (Tisdale y Nelson, 1982).

2.7.3 Importancia del Potasio

Debido a que los suelos de México son ricos en potasio, este elemento es algunas veces considerado como secundario, el potasio es absorbido del suelo por las plantas en forma iónica (K⁺). En el caso de algunos cultivos, entre ellos el chile, es necesario debido a la rápida disponibilidad de este durante las primeras etapas de desarrollo (Tisdale y Nelson, 1982).

2.7.4 Síntomas de deficiencias en la planta

El arte de identificar las señales o síntomas de la carencia de nutrientes es básico en la producción rentable de cultivo, existen muchas ayudas que permiten desarrollar la habilidad para identificar una deficiencia nutricional, las siguientes claves (POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE 1978), son una buena forma de comenzar con el desarrollo de las habilidades para determinar carencias nutricionales en los cultivos.

El nitrógeno: plantas pequeñas con color verde claro o amarillo claro, las hojas viejas son las primeras en tornarse amarillentas (clorosis), en el maíz y sorgo el amarillamiento comienza en la punta de las hojas y se extiende a lo largo de la nervadura central.

El fósforo: plantas de color verde oscuro con tinte púrpura, las hojas y la planta son pequeñas.

Potasio: decoloración café amarillenta y quemadura en el margen exterior de las hojas viejas, en el maíz y sorgo se inicia en la puntas de las hojas.

Magnesio: decoloración verde pálida cerca de la punta de la hoja, que se torna de color verde claro entre las nervaduras y que finalmente se torna púrpura rojiza desde los filos hacia adentro.

Calcio: retraso en la emergencia de las primeras hojas, los tejidos de los puntos de crecimiento se deteriora. En el maíz las puntas de las hojas se juntan.

Boro: las hojas cercanas al punto de crecimiento se tornan amarillas, aparece tejido muerto de color blanco a café claro en los puntos de crecimiento.

Azufre: las hojas, incluyen las nervaduras, se tornan de un color verde

pálido a amarillo, el síntoma aparece primero en las hojas nuevas.

Zinc: pronunciada clorosis intravenal en y un bronceado en las hojas, en el maíz aparecen bandas anchas de color amarillo a blanquecino a cada lado de la nervadura central.

Fierro: clorosis que aparece primero en las hojas jóvenes en las puntas de las hojas de crecimiento, el color de la hoja cambia uniformemente a amarillo con excepción de las nervaduras, cuando existe una deficiencia severa a parecen puntos de color café o tejido muerto.

Manganeso: las hojas se tornan de un color gris amarillento o gris rojizo con nervaduras que permanecen verdes, clorosis marginal o intravenal, las hojas cloróticas retienen su tamaño normal.

Cobre: las hojas jóvenes se tornan uniformemente de un color amarillo, pueden marchitarse y morir sin clorosis.

Cloro: marchitamiento de las hojas superiores, luego clorosis.

Molibdeno: las hojas jóvenes se marchitan y comienzan a morir por los márgenes, clorosis en las hojas viejas debido a la dificultad de utilizar nitrógeno.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila y cuyas coordenadas geográficas son 25° 21'20" de Latitud Norte y 101° 01'30" de Longitud Oeste y a una altitud media sobre el nivel del mar de 1743 m. En el área conocida como Jardín hidráulico.

3.2 Clima

De acuerdo al sistema de Koepen modificado por Torres, R.E. (1983), el clima de la región comprendida para Buenavista, Saltillo, Coah., es representado por Bso K(x') (e); donde los términos significan:

Bso.- Es el más seco de los BS, con un coeficiente de P/T (22.9).

K.- Templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18°, la del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente de 18° C.

x'.- Régimen de lluvia intermedia entre verano e invierno.

La precipitación media anual es de 345 milímetros.

3.3 Tipo de suelo y propiedades físico - químicas

El suelo tiene una textura migajón - arenoso en los estratos superiores y en los inferiores tiende a arcilloso, este suelo ha sido formado principalmente de material de arrastre. En los estratos superiores tiene alto contenido de materia orgánica y es muy rico en los macronutrientes potasio y fósforo y medianamente en nitrógeno. El pH indica que es ligeramente ácido y la conductividad eléctrica que es libre de problemas de sales. El cuadro 3.1 presenta los resultados de los análisis del suelo del sitio de experimentación.

Cuadro 3.1. Valores de parámetros físico-químicos del suelo donde se estableció el experimento en el ciclo Verano-otoño de 1999

Características	Estratos del perfil en cm					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-140
PH	6.44	6.49	6.40	6.21	6.24	6.19
C.E. ds/m	1.20	0.809	0.604	0.951	0.828	0.580
Materia Orgánica	4.15	5.20	1.44	1.81	1.06	0.91
Nitrógeno Total %	0.201	0.209	0.175	0.153	0.126	0.093
Fósforo Kg/Ha	112.5	79	100	60	75.5	38.25
Potasio Kg/Ha	900	900	400	225	630	225
Carbonatos Totales	68.13	65.68	68.13	59.31	61.76	59.8
Arcilla %	28.0	26.4	34.4	38.4	40.4	40.4
Limo %	15.6	16.0	16.0	20.0	18.0	14.0
Arena %	56.4	57.6	49.6	41.6	41.6	45.6
CC % peso	30.7	31.7	30.4	23.9	20.3	21.3 24.3
PMP% peso	16.16	16.68	16	12.58	10.68	11.21 12.78
Da gr/ cc	1.1	1.09	1.1	1.2	1.24	1.24
Textura	Migajon arcillo – arenoso.			Migajon arcilloso	Arcilla	Arcillo arenoso

Nota: el PMP se obtuvo dividiendo el valor de la CC entre 1.9

3.4 Establecimiento del experimento

El día 15 de mayo de 1999, se barbechó el suelo y el día 1 de junio se rastreó. Posteriormente se construyeron las camas con un ancho de 1.50 metros cada unidad experimental contó de 8 camas de 10 metros de largo (12 x 10 m).

Se instaló el sistema que constó de una línea distribuidora de tubería de polietileno de $\frac{3}{4}$ " de diámetro, en la cual se insertaron los conectores de cintilla; Se colocó una cinta por cama (marca T-Tape). Los días 7 y 8 de junio se realizó el riego de pre-siembra.

Cuadro 3.2. Especificaciones del fabricante para la cintilla T-Tape TS

Modelo.	CU	Presión de entrada (Bares).				
		0.40**	0.55**	0.70**	0.85**	1.05**
T-Tape TS 30 CM 340 LPH en 100 m de largo.	90 %	148*	150*	152*	153*	155*
	85 %	187*	190*	192*	194*	196*

** Presión en bares.

CU Coeficiente de uniformidad en %

* Longitudes de acuerdo al CU.

Las longitudes de línea por 100 metros con 0 % de pendiente.

3.5 Siembra

La siembra se realizó los días 10 y 11 de junio de 1999 en el ciclo verano-otoño, en forma manual con una separación entre surcos de 70 cm y entre plantas de 10 cm aproximadamente obteniendo una densidad de población de 100,000 plantas por hectáreas.

Se sembraron dos híbridos, la emergencia ocurrió los días 17 y 18 de junio, iniciándose el desarrollo del cultivo.

3.6 Materiales genéticos

Los materiales utilizados en el presente trabajo de estudio fueron proporcionados por el Instituto Mexicano de Maíz “DR MARIO CASTRO E. GIL” de la UAAAN.

Siendo los híbridos AN 447 y AN 445 cuyas características agronómicas principales se presentan a continuación:

Híbrido AN 447

Tipo de grano: blanco, semidentado

Forma de mazorca: cilíndrica

Tamaño de mazorca: grande

Altura promedio: 2.8 m (2.5 a 3.10 m)
Altura de mazorca: 1.3 m (1.2 a 1.5 m)
Ciclo de cultivo: intermedio
Floración: 75 a 80 días
Días a cosecha: 140–150 (grano) días después de la siembra
Tipo de hoja: semierecta
Color de hoja: verde claro
Acame: tolerante y resistente
Cobertura de mazorca: buena
Resistencia a enfermedades: tolerante
Comportamiento en tipos de suelo: arenoso (bueno), limoso (muy bueno), arcilloso (bueno)

Híbrido AN 445

Tipo de grano: blanco
Forma de mazorca: cilíndrica
Tamaño de mazorca: grande
Altura promedio: 2.7 m (2.4 a 3 m)
Altura de mazorca: 1 m (.8 a 1.3 m)
Ciclo de cultivo: intermedio
Floración: 75 a 80 días
Días a cosecha: 140–150 (grano) y 110 a 120 días después de siembra
Tipo de hoja: semierecta
Color de hoja: verde oscuro
Acame: tolerante y resistente
Cobertura de mazorca: buena
Resistencia a enfermedades: tolerante
Comportamiento en tipos de suelo: arenoso (bueno), limoso (muy bueno), arcilloso (bueno)

3.7 Distribución de los tratamientos

El estudio consistió en dos híbridos de maíz, regados bajo el mismo criterio de aplicación de agua, con las mismas condiciones de humedad y aplicación de fertilizante para determinar el rendimiento en grano y de materia seca y contenido de nitrógeno.

Los dos tratamientos se establecieron en el mismo sitio de experimentación, cada unidad experimental fue de 16 surcos de 10 metros de largo y que corresponden a 120 m² de unidad experimental y cuya parcela útil fue de 37.8 metros cuadrados.

3.8 Labores culturales

Se efectuó primero el control de los pájaros después de la siembra, posteriormente los días 27 y 28 de junio se realizó el aclareo de plantas, para obtener una densidad de población de 100,000 plantas por hectárea.

Durante el desarrollo del cultivo se llevó a cabo dos veces el control de malas hierbas con azadón, al mismo tiempo se hizo el aporque del cultivo a fin de evitar el acame de éste.

Para el control del gusano cogollero se aplicó malathion 50% con las dosis recomendadas, haciendo las aplicaciones los días 12,19,26,28 de junio de 1999 y el 14 de agosto del mismo año.

3.9 Medición y control de riegos

3.9.1 Tensiómetros

Para el control de riego se instalaron tensiómetros a 30 y 90 cm de profundidad, cada instrumento se colocó entre la cintilla de riego y la hilera de maíz en las camas centrales de cada parcela, el riego se efectuaba cuando la tensión en el medidor instalado a 30 cm marcaba un valor de 60 centibares, que corresponde

a un abatimiento del 20 % de la humedad disponible. La lectura de los tensiómetros se efectuó diariamente.

3.9.2 Dispersor de neutrones

En el centro de cada unidad experimental se instaló un tubo de aluminio para acceso del dispersor de neutrones y poder medir el contenido de humedad en el suelo.

Las mediciones con el dispersor de neutrones se efectuaron semanalmente, para obtener el contenido de humedad se utilizó la siguiente ecuación de calibración.

$$\% \text{ Volumen real} = 0.935 + (37.16 * RC)$$

Donde:

% Volumen real es contenido de humedad en el suelo en porciento

RC es la relación de conteo (conteo medio / conteo estándar)

3.9.3 lámina de riego

Para determinar la lámina de riego se utilizo la ecuación que nos permite calcular la lamina de riego en cm para determinar el consumo total de agua.

$$Lr = \frac{(HS_{cc} - HS_x)(Pr)}{100}$$

Donde:

Lr es la lámina de riego en cm

HS_{cc} es el contenido de humedad porciento volumen a capacidad de campo (27.5 a un metro de profundidad)

HS_x es el contenido de humedad porciento volumen al momento de riego

Pr profundidad del estrato en cm

3.10 Fertilización

La fertilización se llevó acabo al tiempo de aplicar el riego, los requerimientos nutricionales por día fueron determinados de acuerdo a la información proporcionada por Karlen *et al.* (1987), la cual se presenta en el cuadro 3.3

Cuadro 3.3 Consumo acumulado durante el ciclo para la densidad de población de 100,000 plantas por hectárea (Karlen *et al.* 1987) .

Fecha	Días después de la siembra	Gramos acumulado por 100,000 plantas por hectárea		
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio
11/06/99	1	276	36.8	368
25/06/99	15	4140	552	5520
10/07/99	30	10598.4	1324.8	15180
25/07/99	45	29145.6	3256.8	46092
09/08/99	60	68043.2	8510	118496
24/08/99	75	116232.8	15575.6	197432
08/09/99	90	161772.8	22751.6	360912
23/09/99	105	207312.8	29927.6	324392
08/10/99	120	252852.8	37103.6	387872

Los fertilizantes utilizados fueron:

Sulfato de amonio 20.5 – 0.0 – 0.0 (NH₃)

Acido fosfórico al 85 % (HPO₄)

Nitrato de potasio 12 – 2 – 44 (K⁺)

3.10.1 Aplicación de los fertilizantes

La aplicación de se realizó tomando en cuenta la acumulación de N,P,K del cuadro 3.3 obtenido, primeramente se aplicó el Acido fosfórico al 85 %, posteriormente homogeneizado el Sulfato de amonio 20.5 – 0.0 – 0.0 y Nitrato

de potasio 12 – 2 – 44 previamente solubilizado antes de aplicarlo a la línea de conducción en un tanque fertilizador.

3.11 Parámetros evaluados

Cada 15 días se tomó una muestra de seis plantas para efectuar la evaluación de los tratamientos.

3.11.1 Altura de la planta

Se midió la longitud entre el primer entrenudo y el extremo superior de la hoja bandera de planta, de acuerdo con la etapa fenológica y en competencia completa de los tratamientos.

3.11.2 Índice de área foliar

Para determinar el área se tomaron las seis plantas por tratamiento después de la medición de la altura de la planta, según la etapa del cultivo. Se llevaron al laboratorio y se midió el largo y ancho de las hojas de cada planta, la suma del área de todas las hojas se multiplicó por 0.75 para obtener el área por planta.

El índice de área foliar (IAF), se divide el área foliar por planta entre la superficie que esta ocupa en la superficie del terreno. Es un parámetro para mostrar la productividad del ecosistema natural, para expresar su comportamiento por unidad de área del terreno.

Una vez conocida el área foliar por planta se determina el área ocupada por planta en m², que fue de 0.1 m² dada la ecuación siguiente se determina:

$$IAF = \frac{\text{Área foliar de la planta.}}{\text{Área del suelo que ocupa la planta.}}$$

Donde:

AIF es el índice de área foliar

3.11.3 Materia seca

Para determinar este parámetro se tomaron las seis plantas que se les determinó el IAF, cada planta se trozó en pedazos y se introdujo en bolsa de papal la muestras se sometieron al proceso de secado en la estufa Mapsa (modelo HDT- 18) a una temperatura de 60 °C durante 48 horas o más dependiendo de la humedad de la muestra. Posteriormente se peso cada muestra y se saco un promedio en peso seco por planta o contenido de materia seca.

3.11.4 Contenido de nitrógeno total.

El porciento de nitrógeno fue determinado en el laboratorio de Fitoquímica del Departamento de Fitomejoramiento por el método de Kjeldahl se reportan en el apéndice A.6 al A.11

Para determinar el % de N combinado de la planta se empleo la siguiente ecuación:

$$\%NC = \left[\frac{\left(\frac{\%N_{tyh}}{100} * P_{sth} \right) + \left(\frac{\%N_e}{100} * P_{se} \right) + \left(\frac{\%N_o}{100} * P_{so} \right) + \left(\frac{\%N_{hj/m}}{100} * P_{shjm} \right) + \left(\frac{\%N_g}{100} * P_{sg} \right)}{P_{styh} + p_{se} + p_{so} + p_{sh} + p_{sg}} \right] (100)$$

Donde:

% NC: porciento nitrógeno combinado total de la planta

% Ntyh: porciento de nitrógeno en tallo y hoja

% Ne: porciento de nitrógeno en la espiga

% No: porciento de nitrógeno del olote

% Nhj/m: porciento de nitrógeno de la hoja de jilote y/o mazorca

% Ng: porciento de nitrógeno del grano

Pspth: peso seco de tallo y hoja

Pse: peso seco de la espiga

Pso: peso seco del olote

Pshj/m: peso de la hoja de la jilote y/o mazorca

Psg: peso seco del grano

$$\text{Gramos de nitrógeno combinado total de la planta} = \left[\frac{\% \text{ NC}}{100} \right] * [\text{peso seco total de la planta}]$$

Donde:

% NC porcentaje de nitrógeno combinado

3.11.5 Contenido de proteína (%).

A partir del contenido de nitrógeno se determinó el contenido de proteína multiplicando por un factor de 6.25

$$\% \text{ de proteína} = \% \text{ de nitrógeno} * 6.25$$

Además se determinó el contenido de proteína combinada en la planta y en el grano

3.11.5 Rendimiento

La cosecha se efectuó el día 26 de noviembre de 1999, en cada uno de los tratamientos se cosecharon los 9 surcos centrales, cada uno represento una repetición de 4.2 m² de superficie cosechada (6.0 * 0.7 m). la superficie total cosechada por parcela fue de 37.8 m².

En cada repetición se pesó separadamente los tallo y hojas de la mazorca, posteriormente se tomó una muestra de tallo y hojas de dos plantas por repetición para determinar el contenido de humedad y corregir el peso para toda la repetición. En el caso de rendimiento de grano se tomaron 6 mazorcas para efectuar la corrección de peso por contenido de agua.

El rendimiento económico es ajustado a un 15 % de humedad que es la humedad comercial que se requiere (Martínez, 1994) siguiendo la siguiente ecuación:

$$Ra = \left[\frac{(Rr \text{ en Ton/ha})(100 - \% H)}{100 - \% He} \right]$$

Donde:

Rr es el rendimiento por repetición en Ton/ha

%H es la humedad de campo de acuerdo al tratamiento y sus repeticiones de campo

%He es la humedad estándar o comercial

3.12 Condiciones climáticas

Esta información fue proporcionada por la estación de servicio meteorológico nacional ubicado en la UAAAN., en el verano-otoño de 1999 que se presenta en el cuadro 3.4

Cuadro 3.4 precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas.

Mes	Temperatura °c		Precipitación (mm)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Total
Junio	34.0	10.8	19.8	106.8
Julio	30.5	12.5	21.8	89.4
Agosto	31.8	10.0	17.2	36.4
Septiembre	31.0	7.60	5.0	13.3
Octubre	29.8	1.60	3.0	4.3
Noviembre	25.7	0.00	0.0	0.0

Durante el ciclo de cultivo la lámina total precipitada fue de 2.502 cm.

3.13 Diseño estadístico

Los dos tratamientos evaluados con nueve repeticiones se analizaron bajo un diseño completamente al azar, utilizando el programa de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Condiciones climáticas

La gráfica 4.1 presenta la evolución de la precipitación y temperaturas máximas y mínimas durante los meses de desarrollo del cultivo. La cantidad de agua precipitada durante el ciclo fue de 250 mm ocurriendo la mayor cantidad al inicio, por lo cual el riego tuvo un papel muy importante a medida que se incrementó el desarrollo del cultivo, así mismo lo tuvo la temperatura del aire que presentó condiciones favorables para el crecimiento del maíz.

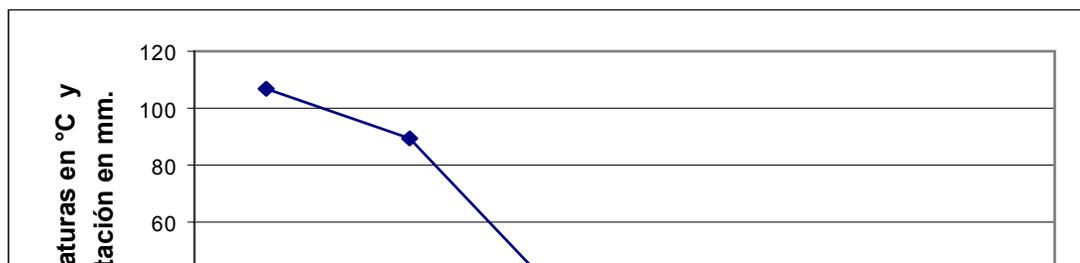


Figura 4.1 Evolución de las precipitaciones y las temperaturas máximas y mínimas de junio a noviembre.

4.2 Tensión de la humedad del suelo y numero de riegos.

La utilización de los tensiómetros en la agricultura son muy importantes ya que facilita el manejo del agua del cultivo, las gráficas que se presentan muestran la variación de la tensión en función del tiempo, y están a dos profundidades que son a 30 y 90 cm respectivamente en cada tratamiento.

En la figura 4.2 se presenta la evolución de la tensión de la humedad del suelo de los tensiómetros colocados a 30 y 90 cm de profundidad. En el tratamiento uno se puede observar que el tensiómetro ubicado a 30 cm responde a los cambios de humedad provocado por la extracción de las raíces de las plantas y los riegos aportados. Como se citó en los materiales y métodos los riegos se efectuaron cuando la tensión de la humedad del suelo alcanzó un valor cercano a 60 centibares, en este tratamiento se aplicaron ocho riegos (cuadro 4.1). La misma figura muestra que la tensión de la humedad del suelo medida a una profundidad de 90 cm aumenta paulatinamente en el periodo comprendido del día 30 al 100 DDS, lo anterior indica que a esta profundidad la actividad radicular es poca y que ésta se desarrolla en los estratos superiores del suelo, que es donde se deben llevar el control de los riegos.

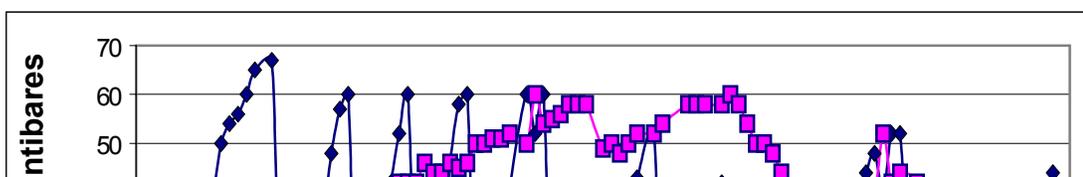


Figura 4.2 Comportamiento de las tensiones contra el tiempo del tratamiento uno a dos profundidades de observación.

Cuadro 4.1 Número y fechas de riegos, cantidades aportadas en cm y m³ /Ha en el Tratamiento Uno.

Numero de riegos	Días después de la siembra	Lamina en cm	Volumen por hectárea en m ³
Primero	21	1.1	88.44
Segundo	45	4.85	389.94
Tercero	55	7.14	574.056
Cuarto	62	7.565	608.226
Quinto	69	7.0	562.8
Sexto	78	4.6	369.84
Séptimo	99	9.37	753.348
Octavo	120	20.0	1608.0

La lámina total aplicada fue de 65 cm, en cada riego se consideró para el volumen de agua aplicado un ancho de efectivo de cama de 1.2 m, el volumen total aplicado considerado el ancho efectivo fue de 4954.65 m³ /Ha

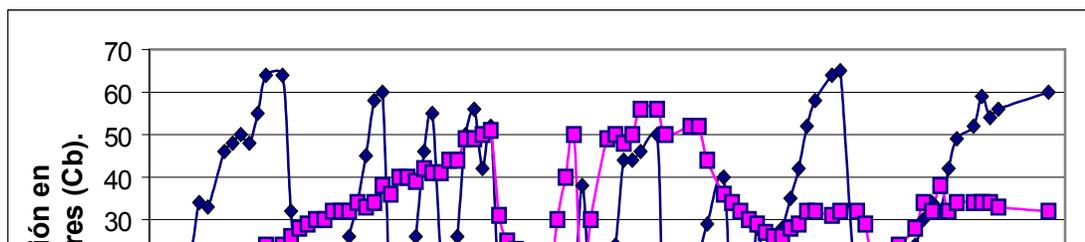


Figura 4.3 Comportamiento de las tensiones contra el tiempo del tratamiento dos a dos profundidades de observación

En la figura 4.3 se presenta la evolución de la tensión de la humedad del suelo en las profundidades de 30 y 90 cm, en el tensiómetro de 30 cm se observan las fluctuaciones provocadas por el consumo de las plantas de maíz, también se consideró el mismo criterio de regar cuando el tensiómetro alcanzara una tensión de 60 centibares como se menciona anteriormente. El número de riegos aportados fue de siete debido a que esta parcela tuvo un mayor contenido de humedad en el suelo. La misma figura muestra que la tensión de la humedad del suelo a la profundidad de 90 cm aumenta lentamente hasta los 70 DDS y existe una disminución de las tensión hasta llegar a 0 centibares por el riego efectuado, después de estos días se presenta el mismo comportamiento que el tratamiento uno y la actividad radicular es muy poca a esta profundidad.

Cuadro 4.2 Número y fechas de riegos, cantidades aportados en cm y en m³/ha en el Tratamiento Dos.

Numero de riegos	Días después de la siembra	Lamina en cm	Volumen por hectárea en m³
Primero	21	1.1	88.44
Segundo	45	4.85	389.94
Tercero	58	6.664	535.7856
Cuarto	64	4.416	355.0464
Quinto	71	7.728	621.3312

Sexto	99	9.37	753.3448
Séptimo	113	13.6	1093.44

La lámina total regada es de 47.728 más la lámina precipitada durante el ciclo que fue de 250 mm respectivamente, el volumen total aplicada del tratamiento dos fue de 3837.3312 m³ /Ha

Las fluctuaciones del contenido de agua en el suelo son más notorias en ese perfil, ya que se pudo mostrar que la profundidad de 90 cm existe una variabilidad mayor, esto se debe al movimiento capilar del agua a través de los perfiles inferiores.

4.3 Altura de la planta

La figura 4.4 se presenta la evolución en el tiempo de la altura de la planta en los dos tratamientos sobrepasando la altura de 3 m, que es superior a las características citadas por Instituto Mexicano del Maíz. El incremento en la altura se considera podría ser debido a la alta densidad de población que ocasionó mayor altura debido a la competencia por la luz.

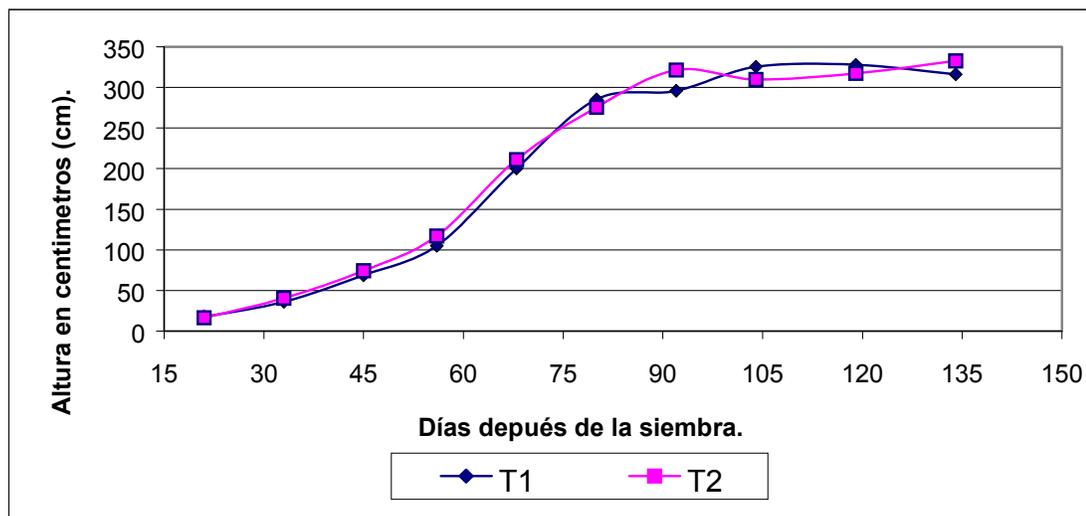


Figura 4.4 Comportamiento de la altura de la planta de los dos tratamientos (T1 y T2).

El crecimiento acelerado en la altura de la planta ocurre de los 55 DDS a los 90 DDS, posterior a esta fecha la planta mantiene la misma altura y termina la etapa de crecimiento e inicia el llenado del fruto.

4.4 Número de hojas

El incremento de número de hojas ayuda a determinar que la planta se encuentra en buen estado y se puede determinar el índice de área foliar. Al igual que la planta crece en altura, aumenta el número de hojas. Cuando alcanza la etapa de madurez del fruto las hojas disminuyen, las hojas superiores son las que persisten hasta la finalización del cultivo.

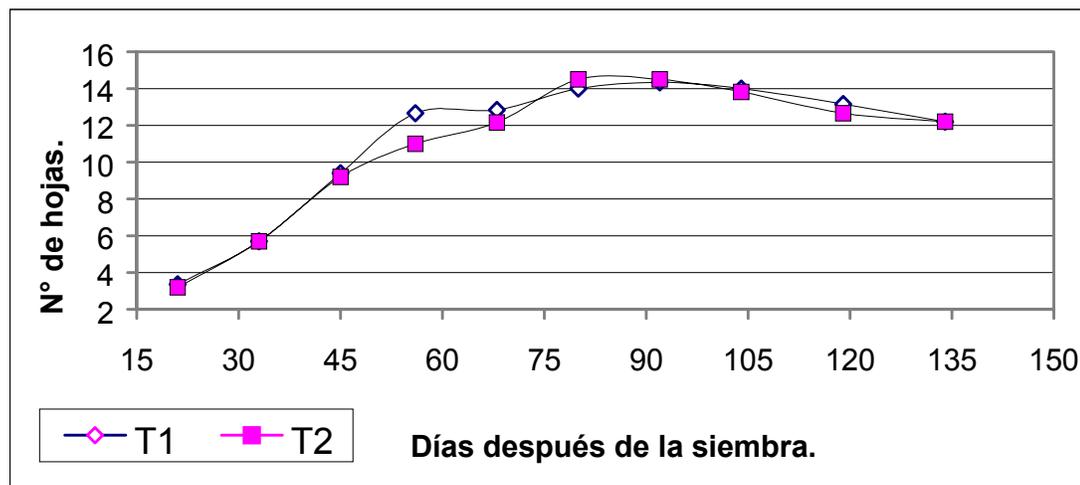


Figura 4.5 Comportamiento del número de hojas de los dos tratamientos (T1 y T2).

El tratamiento uno obtuvo un máximo de 14 hojas a los 75 DDS de crecimiento, el tratamiento dos obtuvo un máximo de 14.5 hojas a los 75 DDS

4.5 Determinación del índice de área foliar de los dos materiales genéticos

En la figura 4.6 se presenta la evolución del índice de área foliar (IAF) en función de los días transcurridos después de la siembra para el híbrido AN-447. Hasta el día de 33 DDS el valor del IAF es de $0.37 \text{ m}^2 / \text{m}^2$ que indica que el cultivo a tenido un lento crecimiento. Posteriormente se denota el acelerado crecimiento en el IAF en la aparición de nuevas hojas en la etapa de crecimiento vegetativo llegando así hasta los 80 DDS y obteniendo un valor de $7.13 \text{ m}^2 / \text{m}^2$, el máximo valor obtenido promedio es a los 92 DDS obteniendo un valor de $7.73 \text{ m}^2 / \text{m}^2$ después de los 92 DDS el IAF disminuye hasta la cosecha del grano.

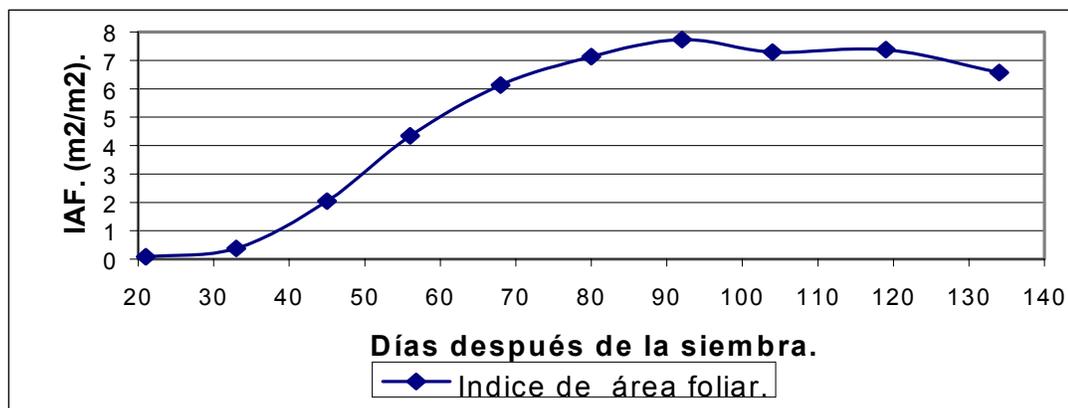


Figura 4.6 Índice de área foliar observados en el tratamiento uno (híbrido AN-447)

En la figura 4.7 se presenta el índice de área foliar (IAF) en función de los DDS para el híbrido AN-445. Hasta el día 33 DDS el valor del IAF es de $0.41 \text{ m}^2 / \text{m}^2$ que indica que el cultivo ha tenido un lento crecimiento. Posteriormente se presenta el desarrollo acelerado con la creación de nuevas hojas en la etapa vegetativa al igual que el tratamiento uno, llegando así hasta los 80 DDS y obteniendo un valor de $7 \text{ m}^2 / \text{m}^2$, el máximo valor obtenido promedio es a los

92 DDS obteniendo un valor de $7.55 \text{ m}^2 / \text{m}^2$ después de los 92 DDS el IAF disminuye hasta la cosecha del cultivo

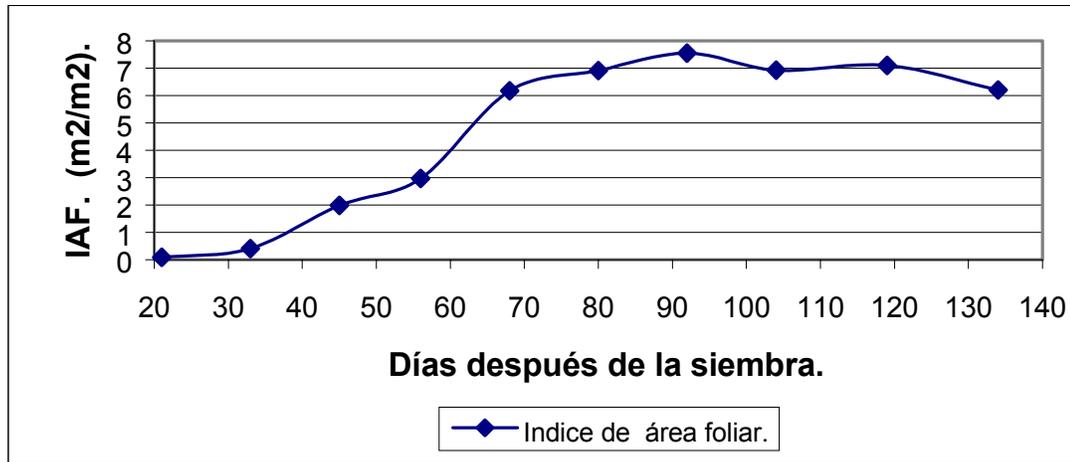


Figura 4.7 Índice de área foliar observados en el tratamiento dos(AN-445)

4.6 Acumulación de materia seca total.

En lo que corresponde a la acumulación de materia seca total, la figura 4.8 muestra que la producción en los dos híbridos puede alcanzar las 30 toneladas por ha también demuestra tres etapas de desarrollo una etapa inicial de acumulación lenta que comprende del 1–55 días después de la siembra (DDS), en el periodo comprendido de los 55–130 DDS se denota un período de crecimiento acelerado y en el periodo de 130–170 DDS la acumulación cesa.

La acumulación de materia seca total entre los tratamientos al final de la producción, (cuadro 4.8) indica que al inicio tiene el mismo comportamiento, pero existen fluctuaciones en las etapas de crecimiento.

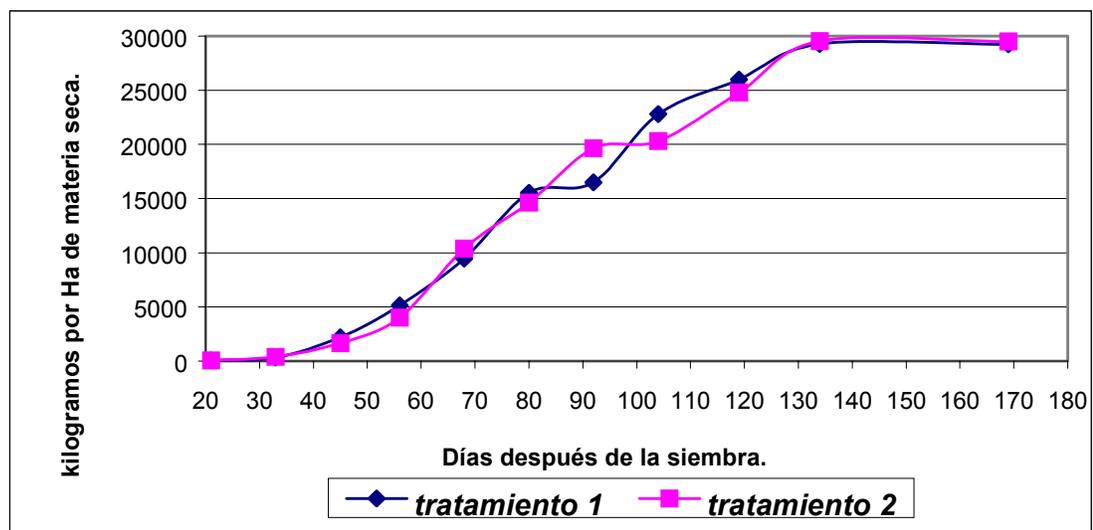


Figura 4.8 Evaluación de la materia seca en kilogramos por hectárea de los dos tratamientos (híbrido AN-447 y AN-445)

La acumulación de materia seca desde el inicio hasta la cosecha es similar entre las dos variedades.

4.7 Fertilización

En el siguientes cuadro 4.3 se presentan las cantidades de nutrientes aplicadas durante el ciclo del cultivo de maíz, de acuerdo con los tratamientos.

Cuadro 4.3 Cantidades de N, P, y K en los diferentes periodos, considerando las necesidades de 100,000 plantas por hectárea.

híbrido AN-447, en Kg/Ha de Fertilizante.			
DDS	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
0-21	5.796	.7728	7.728
22-45	23.3496	2.4840	38.364
46-55	23.6440	3.0360	44.620
56-62	21.7672	3.1556	38.824
63-69	22.7976	3.2844	38.640
70-78	27.9864	4.2780	41.952
79-99	63.7560	10.0464	88.872
híbrido AN-445, en Kg/Ha de Fertilizante.			
DDS	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
0-21	5.796	.7728	7.728
22-45	23.3496	2.4840	38.3640
46-58	32.3840	4.3148	61.3640
59-64	19.5408	2.8152	33.1200
65-71	22.7976	3.2844	38.6400

72-99	85.2288	13.386	119.784
10-113	42.5040	6.6976	59.2480

Las cantidades de nutrientes utilizadas tuvieron la finalidad de obtener la mayor productividad en rendimiento las efectuaron en función de la aplicación del los riegos, cuando el contenido de humedad en el suelo es elevado mayor es la solubilidad de los fertilizantes y por lo tanto son más asimilables los nutrientes por planta.

4.8 Comportamiento del nitrógeno total en planta y el grano.

La figura 4.9 presenta la acumulación de nitrógeno en la planta y en el grano para el híbrido AN-447. Se puede observar que en los primeros 33 días de desarrollo la acumulación de nitrógeno es poca, la planta acumuló 10.8 Kg/Ha promediando un incremento de 0.32 Kg/Ha en el período comprendido de del día 33 a 92 DDS el contenido de nitrógeno se incrementa fuertemente al final de este período el cultivo acumulo 282.06 Kg/Ha, promediando un incremento diario de 4.77 Kg/Ha. En el período comprendido del día 92 al 168 DDS el cultivo acumulo 58.97 Kg/Ha. Estos resultados muestran que el periodo comprendido de la sexta hoja (33 DDS) al inicio de formación de mazorca (99 DDS), es donde ocurre la mayor demanda diaria de nitrógeno por planta.

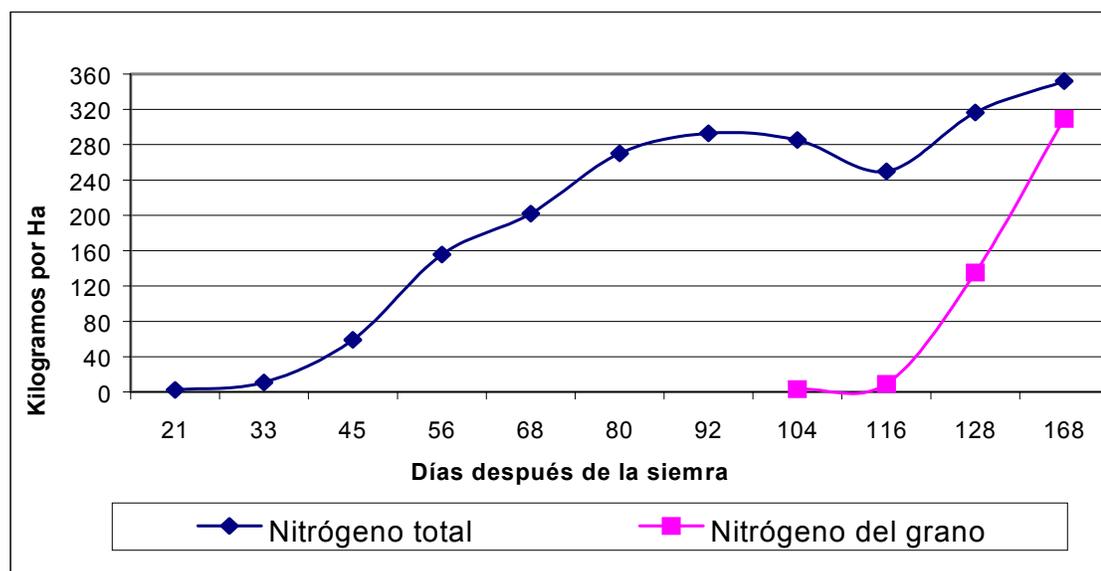


Figura 4.9 Acumulación de nitrógeno en planta y grano en el del híbrido AN-447

La figura muestra además poca acumulación de nitrógeno en el grano hasta el día 116 DDS, la cantidad de nitrógeno fue de 9.33 Kg/Ha. En el período comprendido del día 116 al 168 DDS el grano acumuló 299 Kg/Ha promediando un incremento diario de 5.76 Kg/Ha.

Los anteriores resultados indican una fuerte redistribución de nitrógeno de hojas y tallo hacia en grano. En el período comprendido del día 92 al 168 el total de la planta acumula 58.97 Kg/Ha y el grano en el periodo de 116 a 168 acumula 299 Kg/Ha. Los 58.97 Kg/Ha provienen del suelo. Si se considera que este nitrógeno se acumule únicamente en el grano habrá una diferencia de nitrógeno acumulado en el grano de 247 Kg, los cuales provienen de la retribución y remobilización de las otras partes de la planta (tallo y hojas). El riego en la etapa de formación de grano tiene un papel muy importante, ya que el agua en la planta influye en el proceso de redistribución de nitrógeno.

La figura 4.10 presenta la acumulación de nitrógeno en la planta y en el grano para el híbrido AN-445. Se puede observar que en los primeros 33 días de desarrollo la acumulación de nitrógeno es poca, la planta acumuló 12.44 Kg/Ha promediando un incremento de 0.32 Kg/Ha en el período comprendido de del día 33 a 92 DDS el contenido de nitrógeno se incrementa fuertemente al final de este período el cultivo acumulo 330.55 Kg/Ha, promediando un incremento diario de 53.60 Kg/Ha. En el período comprendido del día 92 al 168 DDS el cultivo acumulo 36.29 Kg/Ha. Estos resultados muestran que el periodo comprendido de la sexta hoja (33 DDS) al inicio de formación de mazorca (99 DDS), es donde ocurre la mayor demanda diaria de nitrógeno por planta.

Los anteriores resultados indican al igual que el tratamiento anterior una fuerte redistribución de nitrógeno de hojas y tallo hacia en grano. En el período

comprendido del día 92 al 168 el total de la planta acumula 36.29 Kg/Ha y el grano en el periodo de 116 a 168 acumula 195 Kg/Ha siendo menor que el tratamiento anterior. Los 36.29 Kg/Ha provienen del suelo. Si se considera que este nitrógeno se acumule únicamente en el grano habrá una diferencia de nitrógeno acumulado en el grano de 158.71 Kg, los cuales provienen de la retribución y remobilización de las otras partes de la planta (tallo y hojas). El riego en la etapa de formación de grano tiene un papel muy importante, ya que el agua en la planta influye en el proceso de redistribución de nitrógeno.

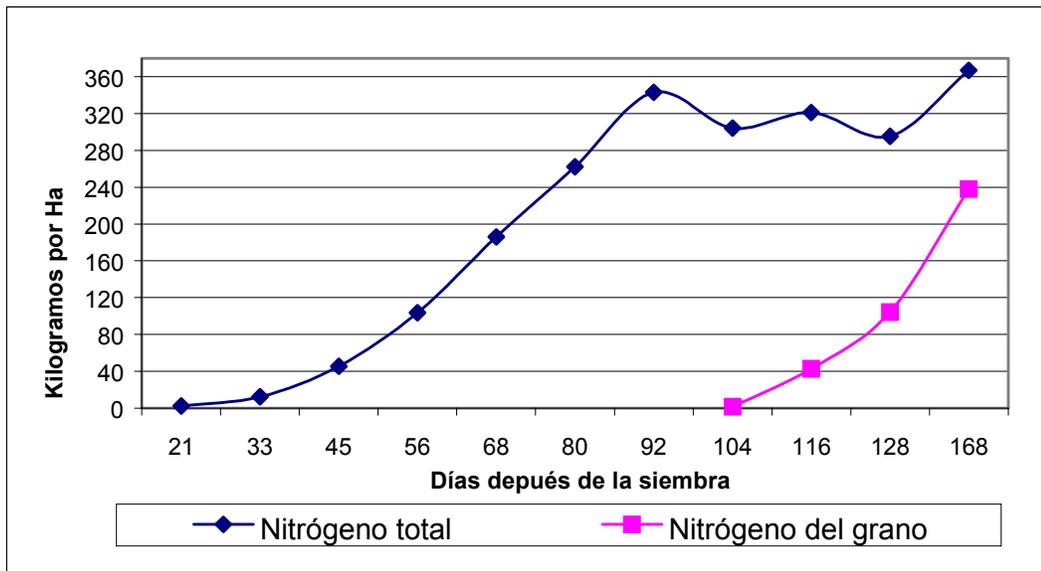


Figura 4.10 Acumulación de nitrógeno en la planta y grano en el del híbrido AN-445

El grano se denota que el híbrido AN-447 supera en 60 kg por encima del AN-445 esto se forma por los materiales genéticos.

Cuadro 4.4 Concentración de proteína combinada (%) y rendimiento de proteína (Kg/Ha en el Tratamiento Uno)

Días después de la siembra	% de proteína combinada	Proteína en 100000 pts en Kg/Ha	Proteína total del grano en Kg/Ha.
21	23.45	14.57	
33	20.42	67.59	
45	17.04	370.44	

56	18.85	972.18	
68	13.45	1273.34	
80	10.86	1688.74	
92	11.09	1830.12	
104	7.85	1793.56	20.29
116	6.85	1562.26	58.32
128	8.17	1992.19	845.47
168	7.52	2133.97	1932.69

Cuadro 4.5 de concentración de proteína combinada (%) y rendimiento (kg/Ha en el Tratamiento Dos)

Días después de la siembra	% de proteína combinada	Proteína en 100000 pts en Kg/Ha	Proteína total del grano en Kg/Ha.
21	24.98	13.81	
33	19.78	77.76	
45	17.02	284.59	
56	16.24	652.54	
68	11.19	1163.14	
80	11.19	1637.75	
92	10.91	2143.78	
104	9.35	1900.50	10.64
116	8.09	2006.31	266.56
128	7.57	1846.045	652.01
168	7.77	2293.54	1488.45

De acuerdo con los resultados de la producción de proteína que representa el cuadro 4.4 por deducción la proteína del híbrido AN-447 representa un 90 % de la proteína de toda la planta al momento de la cosecha, para el híbrido AN-445 (cuadro 4.5) la producción de la proteína del grano al momento de la cosecha representa un 64.89 %, lo cual indica que el híbrido AN-447 tuvo una mayor capacidad de adsorción de nitrógeno y por lo tanto de sintetizar proteína.

4.9 Rendimiento de grano.

En el cuadro 4.6 se presentan los rendimientos obtenidos de las nueve repeticiones de los dos tratamientos en toneladas por hectárea, los cuales se analizaron estadísticamente, con un diseño completamente al azar. El análisis

se realizó utilizando el programa de la Universidad Autónoma de Nuevo León (cuadro 4.7). Importante señalar que el híbrido AN-447 tuvo un rendimiento de 12.010 Ton/Ha y el híbrido AN-445 de 10.930 Ton/Ha

Cuadro 4.6 Rendimiento del grano (Ton/Ha) para las nueve repeticiones de los dos tratamientos.

Repetición	Híbrido AN 447 Ton/Ha	Híbrido AN 445 Ton/Ha
R1	9275.465	12667.901
R2	11572.159	11038476
R3	11411.230	13430.092
R4	10193.453	8722.311
R5	13853.503	13202.516
R6	9474.343	9737.471
R7	14560.679	9749.134
R8	15413.375	9392.167
R9	12338.539	10434.430
Media	12010.3056	10930.4990

Cuadro 4.7 Analisis de varianza para rendimiento en grano en Ton/Ha de los dos híbridos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	5446720	5246720	1.3096	0.269
Error	16	64100608	4006288		
Total	17	69347328			

C.V. 17.45 %

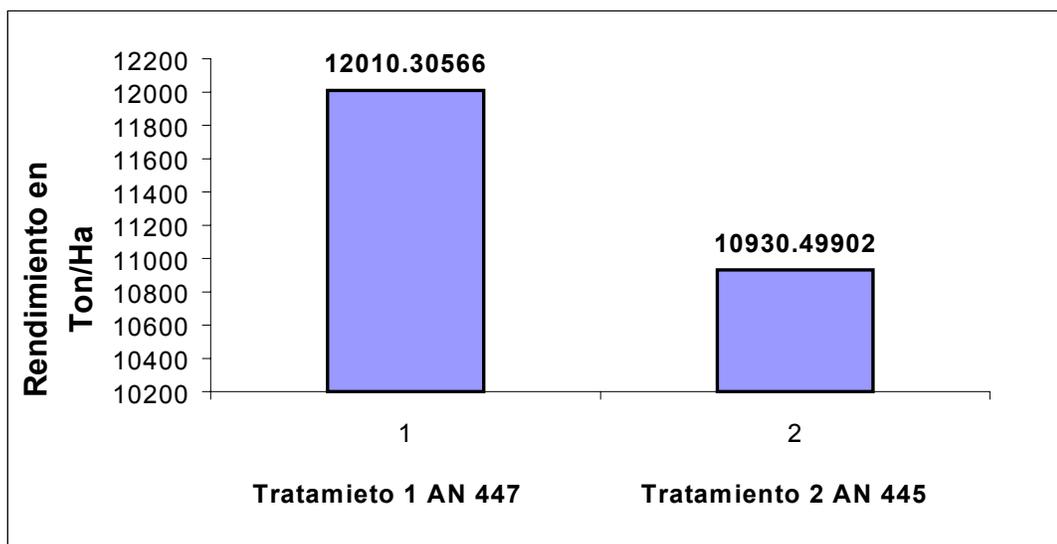


Figura 4.11 Rendimientos obtenido por los híbridos AN-447 y AN-445.

Los resultados de la investigación son promisorios, si comparamos el rendimiento obtenido en el presente trabajo con el reportado por Cañaveral (1999). El obtuvo un rendimiento de maíz de 6.5 Ton/Ha regando con cintilla a tensiones de 10 a 20 centibares.

Vuelvas y Díaz (1999) mencionan que los rendimientos obtenidos bajo riego por gravedad son de 8.8 Ton/Ha, nuevamente los tratamientos evaluados por riego por goteo son superiores que bajo riego por gravedad.

VI. CONCLUSIONES

Los híbridos se desarrollaron en condiciones favorables en lo que respecta al contenido de humedad en el suelo y disponibilidad de nutrientes debido a la ferti-irrigación.

Los riegos se aplicaron cuando la tensión de la humedad del suelo alcanzó Aproximadamente a los 60 centibares, se aportaron 8 riegos al híbrido AN-447 y siete al híbrido AN-445. Los nutrientes fueron dosificados a través del riego durante el ciclo de desarrollo del cultivo, para el híbrido AN-447 se aportó la siguiente dosis por hectárea: 189-27-299 y para el híbrido AN-445 la dosis 231-33-358.

La producción de la materia seca total a la cosecha fue similar para los dos híbridos alcanzando un rendimiento de 29.3 Ton/Ha. en los que respecta a rendimiento de grano el híbrido AN-447 tuvo 12.010 Ton/Ha y el híbrido AN-445 fue de 10.930 Ton/Ha, estadísticamente no hubo diferencias entre los dos materiales. Estos resultados muestran que los materiales responden favorablemente a la ferti-irrigación.

En los dos materiales se detectaron tres etapas con diferente acumulación de nitrógeno, la mayor acumulación ocurre en el período comprendido de la aparición de la sexta hoja el inicio de la formación de la mazorca (33-92 DDS). La acumulación de nitrógeno en el grano es debido principalmente a la translocación y removilización de nitrógeno de las diferentes partes de la planta.

El híbrido AN-447 mostró tener mejores características para acumular nitrógeno en el grano que el híbrido AN-445.

VII RESUMEN

En las zonas áridas y semiáridas del norte del país el principal factor limitante para el desarrollo de la agricultura es la poca disponibilidad de agua. Con la finalidad de eficientar al máximo este escaso recurso se realizó la siguiente investigación con el objetivo de determinar la respuesta de dos materiales genéticos de maíz conducidos bajo ferti-irrigación.

Esta investigación se realizó en los terrenos de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. cuyas coordenadas geográficas son 25° 21'20" de Latitud Norte y 101° 01'30" de Longitud Oeste y a una altitud media sobre el nivel del mar de 1743 m. En el área conocida como Jardín Hidráulico. Los híbridos utilizados en esta investigación fueron el AN-447, AN-445 y cada material genético estuvo sembrada a una superficie de 120 m², los muestreos para determinar los parámetros se realizaron cada 15 días tomando 6 plantas por muestreo para medir, la altura de la planta, número de hojas, índice de área foliar, materia seca, contenido de nitrógeno en la planta y sus partes, rendimiento total de los dos híbridos, el comportamiento de la humedad del suelo se consideró la tensión en centibares la cual se registraban diariamente obteniendo valores de tensión de 0 hasta 60 centibares a una profundidad de 30 cm, en el lugar de la investigación para la aplicación del riego bajo las mismas condiciones de manejo de agua y fertilizantes en dos híbridos de maíz. Los resultados reportados que la altura de planta de los dos tratamientos es de 320 cm y el número de hojas total es de 15 y el índice de área foliar es de 8 m²/m², la acumulación de materia seca total es de 30 Ton/Ha, y el contenido total de nitrógeno es de 360 kg/Ha.

El rendimiento de grano del híbrido AN-447 fue de 12.010 Ton/Ha, superando al híbrido AN-445 el cual nos dio un rendimiento de 10.930 Ton/Ha. El híbrido AN-447 mostró tener mayores características para acumular nitrógeno en el grano que el híbrido AN-445.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

Agricultura de las Américas. 1982. Suelo y Riego. Revista mensual publicada por: Implement & Tractor International Corp. Agosto. USA.

Cañaverall, G.J. 1999. Determinación de la tensión de humedad en el cultivo de maíz bajo riego por goteo en la región de Anáhuac, Nuevo León Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 97 P.

Buckman, O.H., and Brady, N.C. 1977. The Nature and Properties of Soils. Sava Edition, McMillan Publishing Co. Inc. New York. 100-110 pp

Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. 1994 - 1995

Manual de procedimientos de control de calidad en el campo, en la producción de maíz; Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador, el Salvador. c. a.

Edmundo, T.R. 1983. agrometeorologica. Editorial Diana. México, D.F. 150 P

Epstein, E. And R. R. Robinson. 1965. A Rapid Method of Determining Leaf Area of Potato Plants. Agronomy Journal. 57:515-516.

Francis, C. A., C. O. Grogan and D. W. Speerling. 1969. Identification of Photoperiod Insensitive Strains of Maize. Crop. Sci. USA. 9:675-677.

Gavande, S. S. 1982. Física de Suelos, Principios y Aplicaciones. Segunda Edición. Editorial Limusa. México. Pags 131-244.

García C.I. y Briones, S.G. 1997. Sistemas de riego por aspersión y goteo. Editorial trillas. 263 P.

- González Silveira, Salvador H. 1990. Análisis de Crecimiento de Dos Genotipos de Papa (*Solanum tuberosum* L.) Evaluados bajo Diferentes Dosis de Fertilización. Tesis de Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Karlen, D.L. y Sader, E.J. And C.R. Camp. 1987. Dry Matter, Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Accumulation Rates by Corn on Norfolk Loamy Sand. *Agronomy Journal*, Vol. 79 July – August 649 – 656 pp.
- Martínez, G.O. 1994. Efecto del estrés hídrico Sobre el Rendimiento y Calidad del Grano en Girasol, Var. San-3C (*Heliantus annuus* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 75 P.
- Memoria del tercer simposium internacional de ferti-irrigación. 1998. León Guanajuato. 216 P.
- Mayaki. W.C., I.D. Teare and L.R. Stone. 1976. Top and root growth of irrigated soybeans. *Crop Science*. Vol. 16(1). 92-94 pp.
- Potash & Phosphate Institute. 1978. Manual internacional de fertilidad de suelos. G-9 p.
- Rodríguez, L.I.A. 1983. Manual de agroplásticos 1. Acolchado de cultivos agrícolas. CIQA. Saltillo, Coahuila, México.
- Rojas, P.L. y R, Ramos. L.E. 1998. Sistemas de riego por superficie. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 231 P.
- Tanaka A. y Yamaguchi J. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Colegio de Postgraduados. Pags. 9-15.

Thamhane, P.V. 1983. Suelos: Su química y Fertilidad en zonas tropicales. Editorial Diana. Tercera Edición. Impresión, México.

Tisdale, L.S. y Nelson, L.W. 1985. Fertilidad de los Suelos y los Fertilizantes. Editorial Hispanoamericana, S.A. de C.V., México.

T-Tape. 1992. Words's leading choise for drip irrigation technology, User reference manual. T-Systems International, U.S.A.

Vuelvas, C.M.A. y Díaz, L.T.J.G. y Almaráz, R.A. 1999. Producción de maíz con riego por goteo. Memoria del primer simposium internacional de irrigación y nutrición vegetal. 149 P.

Wayne, J. M. Laurin. 1984. Non destructive leaf area measurement of *pomoea patatas*. C. V. Centenial. Hort. Sci. 19 (7): 58.

XI. APÉNDICE

Cuadro A.1 Valores de tensión de la humedad del suelo a dos profundidades durante el ciclo del cultivo.

		Tensión de tratamiento del híbrido AN-447		Tensión de tratamiento Del híbrido AN-445		
		Tratamiento 1		Tratamiento 2		
Fecha	DDS*	30 cm	90 cm	DDS*	30 cm	90 cm
10/07/99	30	23	11	30	11	14

12/07/99	32	11	14	32	9	8
13/07/99	33	29	14	33	13	15
14/07/99	34	18	29	34	18	16
15/07/99	35	21	30	35	22	16
16/07/99	36	31	29	36	34	17
17/07/99	37	32	30	37	33	18
19/07/99	39	40	32	39	46	20
20/07/99	40	50	29	40	48	18
21/07/99	41	54	32	41	50	21
22/07/99	42	56	33	42	48	22
23/07/99	43	60	31	43	55	22
24/07/99	44	65	34	44	64	24
26/07/99	46	67	36	46	64	24
27/07/99	47	8	36	47	32	26
28/07/99	48	10	36	48	11	28
29/07/99	49	18	36	49	20	29
30/07/99	50	10	35	50	6	30
31/07/99	51	25	36	51	12	30
1/08/99	52	34	34	52	16	32
2/08/99	53	48	38	53	18	32
3/08/99	54	57	36	54	26	32
4/08/99	55	60	40	55	34	34
5/08/99	56	4	40	56	45	33
6/08/99	57	8	40	57	58	34
7/08/99	58	12	40	58	60	38
8/08/99	59	28	40	59	8	36
9/08/99	60	42	40	60	8	40
10/08/99	61	52	42	61	12	40
11/08/99	62	60	42	62	26	39
12/08/99	63	12	42	63	46	42
13/08/99	64	4	46	64	55	41
14/08/99	65	12	44	65	21	41
15/08/99	66	28	44	66	10	44
16/08/99	67	46	46	67	26	44
17/08/99	68	58	45	68	50	49
18/08/99	69	60	46	69	56	49

*Días después de la siembra.

Continuación... cuadro A.1

Tratamiento 1 Tratamiento 2

Fecha	DDS*	30 cm	90 cm	DDS*	30 cm	90 cm
19/08/99	70	8	50	70	42	50
20/08/99	71	8	50	71	52	51
21/08/99	72	11	51	72	13	31
22/08/99	73	25	51	73	10	25
23/08/99	74	41	52	74	15	23
25/08/99	76	60	50	76	0	9

26/08/99	77	52	60	77	0	6
27/08/99	78	60	54	78	0	12
28/08/99	79	9	55	79	0	30
29/08/99	80	10	56	80		
30/08/99	81	20	58	81	10	50
31/08/99	82	0	58	82	38	10
1/09/99	83	7	58	83	14	30
3/09/99	85	18	49	85	18	49
4/09/99	86	24	50	86	24	50
5/09/99	87	34	48	87	44	48
6/09/99	88	40	50	88	44	50
7/09/99	89	43	52	89	46	56
9/09/99	91	52	52	91	50	56
10/09/99	92	2	54	92	4	50
13/09/99	95	12	58	95	18	52
14/09/99	96	20	58	96	22	52
15/09/99	97	26	58	97	29	44
17/09/99	99	42	58	99	40	36
18/09/99	100	0	60	100	2	34
19/09/99	101	8	58	101	8	32
20/09/99	102	10	54	102	10	30
21/09/99	103	19	50	103	28	29
22/09/99	104	20	50	104	18	27
23/09/99	105	8	48	105	24	26
24/09/99	106	2	44	106	28	26
25/09/99	107	7	40	107	35	28
26/09/99	108	8	38	108	42	29
27/09/99	109	14	32	109	52	32
28/09/99	110	20	32	110	58	32
30/09/99	112	25	31	112	64	31
1/10/99	113	28	32	113	65	32
3/10/99	115	38	35	115	8	32
4/10/99	116	44	38	116	10	29
5/10/99	117	48	39	117	12	18
6/10/99	118	40	52	118	14	18
7/10/99	119	52	42	119	18	22
8/10/99	120	52	44	120	18	24

*Días después de la siembra.

Continuación... cuadro A.1

Tratamiento 1

Tratamiento 2

Fecha	DDS*	30 cm	90 cm	DDS*	30 cm	90 cm
10/10/99	122	0	42	122	24	28
11/10/99	123	6	32	123	30	34
12/10/99	124	8	30	124	34	32
13/10/99	125	10	28	125	32	38
14/10/99	126	10	26	126	42	32

15/10/99	127	14	26	127	49	34
17/10/99	129	18	28	129	52	34
18/10/99	130	18	28	130	59	34
19/10/99	131	20	28	131	54	34
20/10/99	132	23	30	132	56	33
26/10/99	138	44	34	138	60	32

*Días después de la siembra.

Cuadro A.2 Materia seca acumulada en los híbridos AN-447 y AN-445 por planta (gr y Kg) T1 YT2

Fecha de muestreo.	DDS*	Gramos por planta		Kg/Ha	
		T1	T2	T1	T2
1/07/99	21	0.6213	0.5527	62.13	55.27
13/07/99	33	3.31	3.93	331	393
25/07/99	45	21.74	16.72	2174	1672
5/08/99	56	51.5667	40.1667	5156.67	4016.67
17/08/99	68	94.6667	103.8833	9466.67	10388.33
29/08/99	80	155.45	146.3	15545	14630
10/09/99	92	165.0167	196.35	16501.67	19635
22/09/99	104	227.8333	203.15	22783.33	20315
4/10/99	119	259.8	247.9333	25980	24793.33
16/10/99	134	292.6	295.3	29260	29530
26/11/99	169	292.26	295.15	29226	29515

*Días después de la siembra.

Cuadro A.3 Valores promedio de altura (cm) y número de hojas de la planta de híbridos AN-447 y AN-445 (T1 y T2) durante el ciclo del cultivo.

Fecha De muestreo	DDS	T1		T2	
		Altura cm	Hojas.	Altura cm	Hojas.
1/07/99	21	17.4667	3.3667	16.583	3.2
13/07/99	33	35.9	5.7	40.45	5.7
25/07/99	45	68.56	9.4	74.5	9.2

5/08/99	56	105	12.667	117	11
17/08/99	68	200.167	12.833	211.17	12.17
29/08/99	80	285.333	14	275.5	14.5
10/09/99	92	295.867	14.333	321.53	14.5
22/09/99	104	325.5	14	310	13.83
4/10/99	119	327.669	13.167	317.5	12.667
16/10/99	134	316.2	12.2	332.6	12.2

* Días después de la siembra.

Cuadro A.4 Valores del índice de área foliar de los dos tratamientos (híbrido AN-447 y AN-445) evaluados durante el ciclo del cultivo.

Fecha de muestreo	Días después de la siembra	Índice de área foliar m ² /m ²	
		AN-447	AN-445
1/07/99	21	0.09	0.090825
13/07/99	33	0.3752025	0.412425
25/07/99	45	2.043	1.98285
5/08/99	56	4.34655	2.964
17/08/99	68	6.132	6.168
29/08/99	80	7.13625	6.918
10/09/99	92	7.73175	7.55625
22/09/99	104	7.29525	6.93075
4/10/99	119	7.37175	7.095
16/10/99	134	6.565875	6.207

Cuadro A.5 Requerimientos de N,P y K durante el desarrollo del cultivo de maíz, según Karlen, D.L.(1987).

Gramos acumulados por 100,000 plantas por Ha/día

Fecha	DDS*	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
10/06/99	0	0	0	0
11/06/99	1	276	36.8	368
12/06/99	2	552	73.6	736
13/06/99	3	828	110.4	1104
14/06/99	4	1104	147.2	1472
15/06/99	5	1380	184	1840
16/06/99	6	1656	220.8	2208

17/06/99	7	1932	257.6	2576
18/06/99	8	2208	294.4	2944
19/06/99	9	2484	331.2	3312
20/06/99	10	2760	368	3680
21/06/99	11	3036	404.8	4048
22/06/99	12	3312	441.6	4416
23/06/99	13	3588	478.4	4784
24/06/99	14	3864	515.2	5152
25/06/99	15	4140	552	5520
26/06/99	16	4416	588.8	5888
27/06/99	17	4692	625.6	6256
28/06/99	18	4968	662.4	6624
29/06/99	19	5244	699.2	6992
30/06/99	20	5520	736	7360
1/07/99	21	5796	772.8	7728
2/07/99	22	6072	809.6	8096
3/07/99	23	6348	846.4	8464
4/07/99	24	6624	883.2	8832
5/07/99	25	6900	920	9200
6/07/99	26	7176	956.8	9568
7/07/99	27	7452	993.6	9936
8/07/99	28	8500.8	1104	11684
9/07/99	29	9549.6	1214.4	13432
10/07/99	30	10598.4	1324.8	15180
11/07/99	31	11647.2	1435.2	16928
12/07/99	32	12696	1545.6	18676
13/07/99	33	13744.8	1656	20424
14/07/99	34	14793.6	1766.4	22172
15/07/99	35	15842.4	1876.8	23920
16/07/99	36	16891.2	1987.2	25668
17/07/99	37	17940	2097.6	27416
18/07/99	38	18988.8	2208	29164
19/07/99	39	20037.6	2318.4	30912

* Días después de la siembra.

Continuación ... cuadro A.5
Gramos acumulados por 100,000 plantas por Ha/día

Fecha	DDS*	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
20/07/99	40	21086.4	2428.8	32660
21/07/99	41	22135.2	2539.2	34408
22/07/99	42	23184	2649.6	36156
23/07/99	43	25171.2	2852	39468
24/07/99	44	27158.4	3054.4	42780
25/07/99	45	29145.6	3256.8	46092
26/07/99	46	31132.8	3459.2	49404
27/07/99	47	33120	3661.6	52716

28/07/99	48	35107.2	3864	56028
29/07/99	49	37094.4	4066.4	59340
30/07/99	50	39081.6	4268.8	62652
31/07/99	51	41823.2	4673.6	68264
1/08/99	52	44564.8	5078.4	73876
2/08/99	53	47306.4	5483.2	79488
3/08/99	54	50048	5888	85100
4/08/99	55	52789.6	6292.8	90712
5/08/99	56	55531.2	6697.6	96324
6/08/99	57	58272.8	7102.4	101936
7/08/99	58	61529.6	7571.6	107456
8/08/99	59	64786.4	8040.8	112976
9/08/99	60	68043.2	8510	118496
10/08/99	61	71300	8979.2	124016
11/08/99	62	74556.8	9448.4	129536
12/08/99	63	77813.6	9917.6	135056
13/08/99	64	81070.4	10386.8	140576
14/08/99	65	84327.2	10856	146096
15/08/99	66	87584	11325.2	151616
16/08/99	67	90840.8	11794.4	157136
17/08/99	68	94097.6	12263.6	162656
18/08/99	69	97354.4	12732.8	168176
19/08/99	70	100611.2	13202	173696
20/08/99	71	103868	13671.2	179216
21/08/99	72	107124.8	14140.4	184736
22/08/99	73	110160.8	14618.8	188968
23/08/99	74	113196.8	15097.2	193200
24/08/99	75	116232.8	15575.6	197432
25/08/99	76	119268.8	16054	201664
26/08/99	77	122304.8	16532.4	205896
27/08/99	78	125340.8	17010.8	210128
28/08/99	79	128376.8	17489.2	214360
29/08/99	80	131412.8	17967.6	218592
30/08/99	81	134448.8	18446	222824

* Días después de la siembra.

Continuación... cuadro A. 5
Gramos acumulados por 100,000 plantas por Ha/día

Fecha	DDS*	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
31/08/99	82	137484.8	18924.4	227056
1/09/99	83	140520.8	19402.8	231288
2/09/99	84	143556.8	19881.2	235520
3/09/99	85	146592.8	20359.6	239752
4/09/99	86	149628.8	20838	243984
5/09/99	87	152664.8	21316.4	248216
6/09/99	88	155700.8	21794.8	252448
7/09/99	89	158736.8	22273.2	256680

8/09/99	90	161772.8	22751.6	260912
9/09/99	91	164808.8	23230	265144
10/09/99	92	167844.8	23708.4	269376
11/09/99	93	170880.8	24186.8	273608
12/09/99	94	173916.8	24665.2	277840
13/09/99	95	176952.8	25143.6	282072
14/09/99	96	179988.8	25622	286304
15/09/99	97	183024.8	26100.4	290536
16/09/99	98	186060.8	26578.8	294768
17/09/99	99	189096.8	27057.2	299000
18/09/99	100	192132.8	27535.6	303232
19/09/99	101	195168.8	28014	307464
20/09/99	102	198204.8	28492.4	311696
21/09/99	103	201240.8	28970.8	315928
22/09/99	104	204276.8	29449.2	320160
23/09/99	105	207312.8	29927.6	324392
24/09/99	106	210348.8	30406	328624
25/09/99	107	213384.8	30884.4	332856
26/09/99	108	216420.8	31362.8	337088
27/09/99	109	219456.8	31841.2	341320
28/09/99	110	222492.8	32319.6	345552
29/09/99	111	225528.8	32798	349784
30/09/99	112	228564.8	33276.4	354016
1/10/99	113	231600.8	33754.8	358248
2/10/99	114	234636.8	34233.2	362480
3/10/99	115	237672.8	34711.6	366712
4/10/99	116	240708.8	35190	370944
5/10/99	117	243744.8	35668.4	375176
6/10/99	118	246780.8	36146.8	379408
7/10/99	119	249816.8	36625.2	383640
8/10/99	120	252852.8	37103.6	387872
9/10/99	121	255888.8	37582.0	392104
10/10/99	122	258924.8	38060.4	396336
11/10/99	123	261960.8	38538.8	400568
12/10/99	124	264996.8	39017.2	404800

* Días después de la siembra

Continuación... cuadro A. 5
Gramos acumulado por 100,000 plantas por Ha/día

Fecha	DDS*	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
13/10/99	125	268032.8	39495.6	409032
14/10/99	126	271068.8	39974	413264
15/10/99	127	274104.8	40452.4	417496
16/10/99	128	277140.8	40930.8	421728
17/10/99	129	280176.8	41409.2	425960
18/10/99	130	283212.8	41887.6	430192
19/10/99	131	286248.8	42366	434424

20/10/99	132	289284.8	42844.4	438656
21/10/99	133	292320.8	43322.8	442888
22/10/99	134	295356.8	43801.2	447120
23/10/99	135	298392.8	44279.6	451352
24/10/99	136	301428.8	44758	455584
25/10/99	137	304464.8	45236.4	459816
26/10/99	138	307500.8	45714.8	464048
27/10/99	139	310536.8	46193.2	468280
28/10/99	140	313572.8	46671.6	472512
29/10/99	141	316608.8	47150	476744
30/10/99	142	319644.8	47628.4	480976
1/11/99	143	322680.8	48106.8	485208
2/11/99	144	325716.8	48585.2	489440
3/11/99	145	328752.8	49063.6	493672
4/11/99	146	331788.8	49542	497904
5/11/99	147	334824.8	50020.4	502136
6/11/99	148	337860.8	50498.8	506368
7/11/99	149	340896.8	50977.2	510600
8/11/99	150	343932.8	51455.6	514832
9/11/99	151	346968.8	51934	519064
10/11/99	152	350004.8	52412.4	523296
11/11/99	153	353040.8	52890.8	527528
12/11/99	154	356076.8	53369.2	531760
13/11/99	155	359112.8	53847.6	535992
14/11/99	156	362148.8	54326	540224
15/11/99	157	365184.8	54804.4	544456
16/11/99	158	368220.8	55282.8	548688
17/11/99	159	371256.8	55761.2	552920
18/11/99	160	374292.8	56239.6	557152

* Días después de siembra.

Cuadro A.6 Contenido de nitrógeno y proteína (%) y peso (gr) de las partes de la planta del híbrido de maíz AN-447 durante el ciclo de desarrollo.

Tratamiento del híbrido AN-447					Gramos/planta /partes
Fecha	DDS *	Clave de la Plantas	% de nitrógeno	% de proteína	
1/07/99	21	Planta	3.673	23.459	0.6213
13/07/99	33	Planta	3.267	20.421	3.31

25/07/99	45	Planta	2.726	17.04	21.74
5/08/99	56	Planta	3.016	18.853	51.5667
17/08/99	68	Planta	2.101	13.264	92.293
17/08/99	68	Espiga	3.3312	20.704	2.3747
29/08/99	80	Planta	1.63	10.193	140.63
29/08/99	80	Espiga	2.543	15.894	10.4
29/08/99	80	Jilote	3.258	20.363	4.42
10/09/99	92	Planta	1.676	10.475	132.3467
10/09/99	92	Espiga	1.4765	9.16	6.2573
10/09/99	92	Jilote	3.075	19.221	11.9947
10/09/99	92	Hoja de jilote	1.729	10.812	14.4213
22/09/99	104	Planta	1.059	6.626	154.87
22/09/99	104	Espiga	1.085	6.784	5.2
22/09/99	104	Hoja de jilote	1.317	8.232	34.68
22/09/99	104	Olote	1.665	10.707	23.28
22/09/99	104	Grano	3.05	19.2	10.28
4/10/99	116	Planta	1.038	6.49	147.6747
4/10/99	116	Espiga	1.062	6.641	5.4253
4/10/99	116	Hoja de jilote	0.943	5.9	32.85
4/10/99	116	Olote	0.736	4.605	21.05
4/10/99	116	Grano	2.105	13.163	21.05
16/10/99	128	Planta	1.162	7.382	103.7306
16/10/99	128	Espiga	0.975	6.094	5.2693
16/10/99	128	Hoja de jilote	0.666	4.169	29.2167
16/10/99	128	Olote	0.534	3.337	21.2167
16/10/99	128	Grano	1.898	11.869	84.4
26/11/99	168	Planta	0.934	5.84	100.9177
26/11/99	168	Espiga	1.073	6.712	5.8452
26/11/99	168	Olote	0.456	2.852	20.8643
26/11/99	168	Hoja de mazorca	0.462	2.893	29.226
26/11/99	168	Grano	1.686	10.541	135.4068

* Días después de la siembra.

Cuadro A.7 contenido de nitrógeno (%) en la planta, en las partes de la planta de maíz híbrido AN-447 contenido de nitrógeno combinado (%) y rendimiento (Kg/Ha) de la planta y grano.

Días después de la siembra	Nitrógeno En partes %	Nitrógeno Combinado %	Nitrógeno total Kg/Ha	Nitrógeno Del Grano en Kg / Ha
21	0.02282035	3.673	2.2820349	
33	0.1081377	3.267	10.81377	
45	0.5926324	2.726	59.26324	

56	1.55525167	3.016	155.525167	
68	1.93907593			
68	0.07910601	2.13185906	201.818194	
80	2.292269			
80	0.264472			
80	0.1440036	1.73737189	270.07446	
92	2.21813069			
92	0.09238903			
92	0.36883703			
92	0.24934428	1.7747552	292.870103	
104	1.6400733			
104	0.05642			
104	0.4567356			
104	0.387612			
104	0.31354	1.25022158	285.43809	3.2231912
116	1.53286339			
116	0.05761669			
116	0.3097755			
116	0.154928			
116	0.4431025	1.09549926	249.828607	9.32730763
128	1.20534957			
128	0.05137568			
128	0.19458322			
128	0.11329718			
128	1.601912	1.29864036	316.651765	135.201373
168	0.94257132			
168	0.062719			
168	0.09514121			
168	0.13502412			
168	2.28295865	1.20386447	351.841429	309.128125

Cuadro A.8 Contenido de proteína (%) en las diferentes partes de la planta del maíz AN-447; contenido de proteína combinado y rendimiento (Kg/Ha) de proteína y rendimiento del grano

Días después de la siembra	Proteína Total/partes	% proteína Combinado	Proteína Kg/Ha	Proteína Kg/Ha
21	0.14575077	23.459	14.5750767	
33	0.6759351	20.421	67.59351	

45	3.704496	17.04	370.4496	
56	9.72186995	18.853	972.186995	
68	12.2417435			
68	0.49165789	13.4506293	1273.34014	
80	14.3344159			
80	1.652976			
80	0.9000446	10.8635809	1688.74365	
92	13.8633168			
92	0.57316868			
92	2.30550129			
92	1.55923096	11.0903028	1830.12177	
104	10.2616862			
104	0.352768			
104	2.8548576			
104	2.4925896			
104	1.97376	7.85583698	1793.56614	20.2902528
116	9.58408803			
116	0.36029417			
116	1.93815			
116	0.9693525			
116	2.7708115	6.85055742	1562.26962	58.3255821
128	7.65739289			
128	0.32111114			
128	1.21804422			
128	0.70800128			
128	10.017436	8.17033011	1992.19855	845.471598
168	5.89359368			
168	0.39232982			
168	0.59504984			
168	0.84550818			
168	14.2732308	7.52744553	2199.97123	1932.69251

Cuadro A.9 Contenido de nitrógeno y proteína (%) y peso (gr) de las partes de la planta del híbrido de maíz AN-445 durante el ciclo de desarrollo.

Tratamiento del híbrido AN-445					Gramos/planta /partes
fecha	DDS *	Clave de la plantas	% de nitrógeno	% de proteína	
1/07/99	21	Planta	3.998	24.987	0.5527
13/07/99	33	Planta	3.166	19.787	3.93
25/07/99	45	Planta	2.723	17.021	16.72
5/08/99	56	Planta	2.582	16.246	40.1667
17/08/99	68	Planta	1.74	10.875	99.512
17/08/99	68	Espiga	2.965	18.533	4.368

29/08/99	80	Planta	1.667	10.418	129.6254
29/08/99	80	Espiga	2.543	15.894	10.4693
29/08/99	80	Jilote	3.118	19.487	6.2053
10/09/99	92	Planta	1.676	10.475	160.4179
10/09/99	92	Espiga	1.368	8.556	7.1587
10/09/99	92	Jilote	3.177	19.859	12.2027
10/09/99	92	Hoja de jilote	1.543	9.645	16.5707
22/09/99	104	Planta	1.447	9.047	142.66
22/09/99	104	Espiga	1.229	7.685	4.94
22/09/99	104	Hoja de jilote	1.226	7.664	32.5
22/09/99	104	Olote	1.708	10.678	16.03
22/09/99	104	Grano	3.458	21.612	7.0167
4/10/99	116	Planta	1.19	7.437	142.4323
4/10/99	116	Espiga	1.203	7.526	5.2173
4/10/99	116	Hoja de jilote	0.983	6.146	32.266
4/10/99	116	Olote	0.765	4.787	23.4
4/10/99	116	Grano	2.142	13.391	44.6167
16/10/99	128	Planta	1.217	7.612	108.577
16/10/99	128	Espiga	1.021	6.384	3.4389
16/10/99	128	Hoja de jilote	0.734	4.589	27.7167
16/10/99	128	Olote	0.492	3.075	22.67
16/10/99	128	Grano	1.573	9.833	81.43
26/11/99	168	Planta	1.116	6.977	113.5837
26/11/99	168	Espiga	1.236	7.725	5.903
26/11/99	168	Olote	0.434	2.718	22.0883
26/11/99	168	Hoja de mazorca	1.06	6.629	29.515
26/11/99	168	Grano	1.547	9.671	124.06

* Días después de la siembra.

Cuadro A.10 Contenido de nitrógeno (%) en la planta, en las partes de la planta de maíz híbrido AN-445, contenido de nitrógeno combinado (%) y rendimiento (Kg/Ha) de la planta y grano.

Días después de la siembra	Nitrógeno Total	% nitrógeno Combinado	Nitrógeno Ton/Ha	Nitrógeno Ton/Ha
21	0.02209695	3.998	2.2096946	
33	0.1244238	3.166	12.44238	
45	0.4552856	2.723	45.52856	
56	1.03710419	2.582	103.710419	

68	1.7315088			
68	0.1295112	1.79150943	186.102	
80	2.16085542			
80	0.2662343			
80	0.19348125	1.79123101	262.057097	
92	2.688604			
92	0.09793102			
92	0.38767978			
92	0.2556859	1.74683	342.99007	
104	2.0642902			
104	0.0607126			
104	0.39845			
104	0.2737924			
104	0.24263749	1.49639777	303.988269	1.70251445
116	1.69494437			
116	0.06276412			
116	0.31717478			
116	0.17901			
116	0.95568971	1.29454008	320.958298	42.6397213
128	1.32138209			
128	0.03511117			
128	0.20344058			
128	0.1115364			
128	1.2808939	1.210816	295.236414	104.30319
168	1.26759409			
168	0.07296108			
168	0.09586322			
168	0.312859			
168	1.9192082	1.24292244	366.848559	238.096969

Cuadro A.11 Contenido de proteína (%) en las diferentes partes de la planta del maíz AN-445; contenido de proteína combinado y rendimiento (Kg/Ha) de proteína y rendimiento del grano

Días después de la siembra	Proteína Total/partes	% proteína Combinado	Proteína Ton/Ha	Proteína Ton/Ha
21	0.13810315	24.987	13.8103149	
33	0.7776291	19.787	77.76291	
45	2.8459112	17.021	284.59112	
56	6.52548208	16.246	652.548208	
68	10.82193			

68	0.80952144	11.1970075	1163.14514	
80	13.5043742			
80	1.66399054			
80	1.20922681	11.194526	1637.75915	
92	16.803775			
92	0.61249837			
92	2.42333419			
92	1.59824402	10.9181826	2143.78516	
104	12.9064502			
104	0.379639			
104	2.4908			
104	1.7116834			
104	1.5164492	9.35531899	1900.50218	10.6404691
116	10.5926902			
116	0.392654			
116	1.98306836			
116	1.120158			
116	5.9746223	8.09220614	2006.31928	266.567931
128	8.26488124			
128	0.21953938			
128	1.27191936			
128	0.6971025			
128	8.0070119	7.57095416	1846.04544	652.010979
168	7.92473475			
168	0.45600675			
168	0.60035999			
168	1.95654935			
168	11.9978426	7.77079229	2293.54934	1488.45235