

DEDICATORIA

A MIS PADRES :

FELICITAS HERNANDEZ SANCHEZ

SERVANDO VAZQUEZ PINEDA

Como una muestra de agradecimiento por el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, por su comprensión ante mis tropiezos, por los consejos dados, y sobre todo por ser tan unidos y siempre creer en mi, **los amo y siempre los llevo en lo mas profundo del corazón.**

Gracias por que de esta manera he logrado terminar una etapa en mi vida profesional.

A MIS HERMANOS :

ENRIQUE

GRISELDA

SERVANDO

MINERVA

CESAR

DELIA

HECTOR

Les dedico la presente, por el apoyo que me brindaron desde pequeño, hasta este gran logro en mi vida, **los quiero mucho.**

A MIS GRANDES AMIGOS :

FRANCISCO LOPEZ OVANDO

ERIKA ESPINDOLA SANTOS

MARCOS SERRANO JORDAN

VENANCIA ARROYO GARCIA

PABLO MARTINEZ HENANDEZ

Gracias por esa gran amistad incondicional y por el apoyo moral que siempre me mostraron en los tiempos buenos así como en los malos.

A LA MEMORIA DE UN GRAN AMIGO "EVERARDO"

Con todo respeto dedico esta tesis a un amigo incondicional, ejemplo de lucha, superación y entrega, al cual siempre lo llevaremos vivo en nuestro corazón.

Descanse en Paz Everardo Cantú Valdez.

A MI NOVIA :

Dedico especialmente esta tesis a **Laisa Elaine**, ya que eres y seguirás siendo el amor de mi vida, gracias por estar conmigo en todo momento, por brindarme tu amor sin condiciones, por apoyarme en los momentos malos y en los buenos y por seguir siendo siempre así; nunca cambies...

Te Amo Laisa.

AGRADECIMIENTOS

A **JESUS Nuestro señor** por todas las alegrías que me ha permitido vivir, por darme una familia hermosa, unos padres ejemplares, por permitirme conocer el amor, por iluminar mi camino, por brindarme la oportunidad de seguir siempre adelante y por ser lo más bello de la vida: AMOR.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por haberme abierto las puertas del conocimiento, por formarme profesionalmente y poder alcanzar una de mis más grandes metas.

Al Departamento de "Riego y Drenaje" por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación, por el uso de sus laboratorios, y por formarme como Ingeniero Agrónomo en Irrigación.

Al Dr. Raúl Rodríguez García por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, así como por su valiosa colaboración y dirección con sus conocimientos y experiencia, además por la confianza al encomendarme este trabajo.

A la Dra. Diana Jasso de Rodríguez por su dedicación e importante participación en la realización de este trabajo.

Al Ing. Carlos Rojas Peña por su valiosa colaboración en el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Orlando Segundo Tellez Obregón por el apoyo brindado, los conocimientos, la asesoría y la amistad que siempre me mostró para llevar a cabo este trabajo.

A Josefina de la Cruz Martínez, Silvia Guerrero Martínez, por su constante colaboración en los análisis de laboratorio en este trabajo de investigación.

Al M. C. Luis Samaniego Moreno por la gran amistad, el apoyo y por los consejos brindados durante mi formación profesional.

A todos aquellos maestros que compartieron sus conocimientos e hicieron de mi un profesionista, cumpliendo así una etapa mas en mi vida.

A todos ustedes:

Gracias

Valentín Vázquez Hernández

I. INTRODUCCIÓN

El Maíz (*Zea mays* L.) actualmente se cultiva en la mayoría de los países del mundo, precisamente por ser una especie vegetal que se adapta a condiciones ecológicas y edáficas muy diversas como resultado de su amplia gama de variabilidad genética, de tal manera que es susceptible de aprovecharse económicamente en siembras comerciales, ocupa el tercer lugar en producción mundial después del trigo y el arroz respectivamente. En nuestro país es una fuente importante de alimento básico y aproximadamente se cultiva una superficie total de 8,193,968 ha, obteniendo una producción de 18,235,826 toneladas con un promedio de 2.226 ton/ha. (INEGI, 1996).

El maíz es un producto básico y fuente importante de alimento para América y Europa y en especial para los habitantes de los países en desarrollo, es por eso que es muy esencial y urgente incrementar su productividad mediante la aportación de información a través de investigaciones.

Dentro de los programas que existen en la UAAAN está el de mejoramiento de maíz el cual está liberando híbridos altamente rendidores como el híbrido AN-447. Recientemente se ha acentuado más la investigación sobre la fisiología de la producción de materia seca en relación a diferentes factores para tener una mejor comprensión de cómo se realiza la formación del rendimiento y poder establecer estrategias de investigación que permitan incrementar el rendimiento de los cultivos en los sistemas de producción.

El propósito con que se realizó el presente trabajo, es el de estudiar la influencia del contenido de agua en el suelo sobre el índice de área foliar y producción de materia seca en el cultivo a través del ciclo vegetativo así como en los diferentes órganos de la planta, permitiéndonos efectuar un análisis más crítico entre estas variables y el rendimiento de grano.

OBJETIVO

Determinar la influencia de tres diferentes contenidos de humedad en el suelo sobre el índice de área foliar, la acumulación de materia seca en los diferentes órganos y etapas vegetativas así como también sobre el rendimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del Maíz

Planta de la familia de las gramíneas, con el tallo grueso, de uno a tres metros de altura, según las especies; hojas largas, planas y puntiagudas; flores masculinas en racimos terminales y las femeninas en espigas axilares resguardadas por una vaina. Es indígena de la América tropical, se cultiva en la mayoría de los países del mundo, y produce unas mazorcas con granos gruesos y amarillos muy nutritivos. Definiendo la planta de maíz como un sistema metabólico cuyo producto final son los granos muy nutritivos y con grandes cantidades de almidón, de acuerdo con el estudio de la FAO (1993).

La importancia del maíz es sin duda muy grande, por sus variados usos en alimentación humana y de ganado, materia prima utilizada en las industrias con las cuales se producen almidón, aceite, bebidas alcohólicas, edulcorantes y más recientemente combustible.

2.2. Humedad en el Suelo

2.2.1. Contenido de Humedad en el Suelo

Gavande (1982), menciona que el espacio poroso está constituido por todo el volumen aparente no ocupado por los sólidos. Los suelos de textura fina, como las arcillas, tienen más espacio poroso total que los gruesos. Aunque los poros individuales son, generalmente, más pequeños, hay muchos más poros y el resultado neto es una porosidad total mayor en los suelos finos. Por lo tanto, en el estado de saturación, los suelos de textura fina contienen mayor cantidad de agua que los suelos de textura gruesa.

No habiendo pérdidas considerables en la superficie del suelo por escurrimiento, como en el interior del suelo por percolación, después del riego o de la lluvia, la humedad del suelo se reducirá fundamentalmente debido a la evapotranspiración. Al secarse el suelo, se reducirá la proporción de agua transmitida por el a las raíces y por consiguiente, esto repercutirá en la tasa de absorción de agua por la planta (Doorembos y Pruitt, 1977).

2.2.2. Términos sobre el Contenido de Agua en el Suelo

Citamos los términos relacionados con la parte cuantitativa del agua presente en el suelo, siendo los siguientes:

Saturación

Se define como el punto en el cual, el agua ocupa todo el espacio de poros del suelo.

Capacidad de Campo

Se define como la cantidad de agua que un suelo retiene contra la gravedad cuando se le deja drenar libremente. En un suelo bien drenado, por lo general se llega a este punto, de 1 a 3 días después de que el suelo haya sido totalmente mojado por la lluvia o el riego. Es el nivel más elevado de la humedad disponible para las plantas. Los laboratorios de suelos la expresan generalmente como una medición efectuada a $1/3$ de bar de presión. La capacidad de campo también se le ha llamado capacidad de conducción de campo, capacidad de humedad normal y capacidad capilar.

Punto de Marchitez Permanente

Se conoce como tal, al porcentaje o punto del agua del suelo cuando las plantas se marchitan permanentemente. Ocurre cuando el nivel de humedad del suelo baja tanto que no suministra a las plantas el agua necesaria para mantener su turgencia.

Es el nivel más bajo de humedad aprovechable, y generalmente se determina a 15 bares de presión. El término PMP es característica del perfil, que incluye no solamente la cantidad de agua en el suelo a varias profundidades, sino también la velocidad con que el agua se moviliza a las raíces de la planta. Considera no solo la superficie del suelo, si no todo el suelo en el que crecen raíces de plantas.

Capacidad de Retención de Agua

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. Por lo tanto la capacidad de retención de agua es la cantidad de agua que el perfil puede retener cuando esta seco.

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).

2.2.3. Medición de la Humedad del Suelo

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

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 estimar la humedad del suelo en un momento dado, Rojas, (1972) los clasifica en:

1. Métodos directos

a). Gravimétrico

b). Lisimétrico

2. Métodos indirectos

a). Tensiómetros

b). Resistencia eléctrica

c). Dispersor de neutrones

2.2.4. Método del Dispersor de Neutrones para Medir el Contenido de Humedad de un Suelo.

En la actualidad, el método indirecto más comúnmente usado para medir el contenido hídrico del suelo es probablemente la dispersión de neutrones. Este método está basado en el hecho de que los átomos de hidrógeno tienen una capacidad mucho mayor para frenar y dispersar neutrones rápidos que la mayoría de los demás átomos, de modo que contar neutrones lentos a proximidad de una fuente de neutrones rápidos proporciona un medio para calcular el contenido de hidrógeno. Puesto que la única fuente significativa de

hidrógeno en los suelos es el agua de los mismos, la técnica proporciona un medio conveniente para calcular el contenido hídrico del suelo.

El instrumento comprende una sonda, que por lo general contiene una fuente de neutrones rápidos, y un tubo contador, para detectar neutrones lentos, conectados por medio de un amplificador a un medidor portátil. Cuando se emplea, la sonda desciende por un tubo de acceso que puede ser de aluminio o acero, y se determinan las cantidades de conteo a las profundidades deseadas (Kramer, 1974).

Se toma de antemano de que los átomos de hidrógeno contenidos en el agua del suelo son efectivos para reducir la velocidad del movimiento rápido de neutrones y además de dispersarlos. Debido a esta dispersión y cambio de dirección de estos neutrones, algunos de ellos regresan al punto de origen desplazando lentamente algunas partículas. El número de estos neutrones retardados se relaciona con la cantidad de átomos de hidrógeno (y a su vez con moléculas de agua) presentes en el suelo (Buckman y Brady, 1977).

Entre las desventajas pueden citarse la alta inversión inicial, el mantenimiento y las precauciones necesarias para manejar materiales radioactivos (Kramer, 1974; Buckman y Brady, 1977; Gavande, 1982).

2.3. Requerimientos de Agua del Maíz

Para que el cultivo de maíz pueda desarrollarse en forma normal necesita agua en cantidad considerable que puede ser proporcionada por la lluvia en algunos lugares y en otros es necesario complementar sus necesidades mediante el uso del riego.

Para que el cultivo tenga un desarrollo óptimo, no solo requiere de cierta cantidad de agua, si no que su aplicación debe de dosificarse adecuadamente durante el tiempo que dura su ciclo vegetativo, que va desde la siembra hasta su maduración. Si por períodos prolongados el agua se escasea, el rendimiento de la planta disminuye proporcionalmente al déficit de humedad que sufra, pudiendo llegar a marchitarse y morir prematuramente si la escasez de agua se prolonga. Por otra parte, cuando la cantidad de agua que recibe es excesiva y el sobrante no puede ser fácilmente drenado, también el rendimiento se afectará, pudiendo ser nulo si la humedad afecta el intercambio de oxígeno y por lo tanto se vería afectada la respiración de las raíces.

Para lograr cosechas óptimas, no solamente debe cuidarse de proporcionar el agua en la cantidad y oportunidad adecuada, si no que muchos otros factores que influyen en el rendimiento también deben ser tomados en consideración, como la selección de semillas más apropiadas, preparación del terreno, fertilización, control de plagas y enfermedades, así como otras actividades que garanticen un buen desarrollo del cultivo (Palacios, 1994).

El abastecimiento del agua es uno de los factores que limitan el crecimiento y producción de maíz, el cultivo requiere aproximadamente 750 litros de agua por kg. de grano producido ya que las lluvias que se registran

entre el período de siembra y la madurez del grano, difícilmente alcanza para suministrar los 400 a 610 mm de agua que se necesitan para producir de 6,200 a 10,800 kg de maíz/ha. en un ciclo de crecimiento de los 100 a 130 días (Aldrich, 1974).

La condición ideal de humedad del suelo, para el desarrollo del maíz, es el estado de capacidad de campo. La cantidad de agua disponible para el cultivo durante la temporada de crecimiento no debe ser menor de 300 mm.

La cantidad óptima de lluvia es de 550 mm, la máxima de 1000 mm. Las variedades precoces necesitan menos agua que las tardías (Anónimo SEP, 1989).

Los requerimientos de humedad, son diferentes, si se consideran variedades precoces (80 días aproximadamente) o variedades tardías (aproximadamente de 140 días). Bajo condiciones de temporal y con variedades adaptadas, se pueden tener buenos rendimientos con más o menos 500 mm de precipitación pluvial distribuidos durante el ciclo vegetativo.

Existen regiones con variedades criollas que prosperan con poco menos de 500 mm pero no con menos de 400 mm. Bajo condiciones de riego, en términos generales se recomienda un riego para siembra y tres riegos de auxilio, cuya suma total en láminas de agua de riego implican al rededor de 20 cm de lámina en presiembra y 10 cm de lámina para cada riego de auxilio, o

sea mas o menos 50 cm (500 mm) en total. Las variedades precoces requieren menos agua que las variedades tardías (Bear, 1969; Robles, 1990).

2.4. Estrés Hídrico

Robbins y Domingo (1953), mencionan que la etapa de aparición de estigmas en el maíz, es la más sensible a déficit hídrico ya que se disminuye significativamente la acumulación de materia seca y por consecuencia el rendimiento de grano.

Rodríguez (1985), detectó reducciones hasta de un 50 por ciento en el rendimiento de grano, dependiendo principalmente de la intensidad del estrés hídrico, además reporta reducciones hasta un 25 por ciento del rendimiento cuando el estrés se presenta en la etapa de desarrollo vegetativo y de 20 por ciento cuando ocurre en el llenado de grano.

Kaliappa et al. (1976), cita en estudios realizados en la India, la aplicación del riego durante el ciclo vegetativo del maíz al 25, 50 y 75 por ciento de abatimiento de la humedad disponible del suelo o combinando cualquiera de los dos niveles de humedad durante la fase de desarrollo vegetativo (hasta 50 días después de la siembra) y la fase de madurez.

El riego al 75 por ciento de abatimiento de la humedad disponible durante la fase vegetativa y al 50 por ciento durante la fase de madurez proporcionó los rendimientos más altos de grano, con un consumo de agua de 382 mm.

Gandara (1989), al evaluar el efecto de diferentes niveles de sequía inducida en tres etapas fenológicas del desarrollo sobre el rendimiento de grano en maíz y sus componentes, utilizando el modelo de simulación de la humedad del suelo propuesto por Palacios (1980) para la aplicación del riego. Sus resultados muestran que el componente del rendimiento, que tiene más efectos sobre la producción de grano fue el número de granos por hilera.

Eck (1986), realizó un experimento en maíz para evaluar la influencia del déficit hídrico en dos etapas fenológicas sobre el rendimiento del grano y sus componentes. En unos tratamientos el déficit fue impuesto de dos a cuatro semanas en la etapa vegetativa y en otros en la etapa de llenado de grano. El déficit de agua impuestos durante 41 días después de la siembra, redujo el rendimiento de materia seca de la hoja, tallo y mazorca. El déficit de agua durante el crecimiento vegetativo, redujo el número de granos, pero tuvo un pequeño efecto sobre su peso. El déficit durante el llenado del grano no afecta el rendimiento de materia seca en la hoja y tallo pero si el de mazorcas.

El número de granos no fue afectado por el déficit hídrico en el llenado del grano, a menos que el déficit haya sido impuesto en períodos tempranos, de este modo las disminuciones en el rendimiento del grano son proporcionales en las reducciones de peso del grano. Eck concluye que no obstante que algunas veces la eficiencia en el uso del agua aumentó ligeramente cuando las plantas fueron sujetas a déficit hídrico, los resultados de esta investigación indican que el riego limitado en el maíz es factible en el sudeste de las altas planicies de USA.

Harder et. al. (1982), mencionan que la sensibilidad del desarrollo del grano de maíz a la ocurrencia del estrés hídrico está relacionado a la etapa fisiológica cuando éste ocurra y es importante en la determinación final del rendimiento de grano. Por lo cual el período en que ocurra la precipitación o el riego, llega a ser un factor económico importante para la producción del maíz.

2.5. Evapotranspiración

Se define como la evaporación del agua del suelo y la transpiración del agua de la superficie de las hojas de las plantas (Gavande, 1982).

El riego nos representa las condiciones del agua en el suelo y la ET es el proceso de extracción del agua en el suelo más significativo. La ET es comúnmente pronosticada por algunas de las ecuaciones basadas en datos meteorológicos; una de las más utilizadas es la ecuación de Penman, la cual considera la energía y los factores aerodinámicos que afectan la ET, esta ecuación requiere ser calibrada en cada región para garantizar las predicciones en un área específica.

Por otro lado el desarrollo de la electrónica en los últimos años ha permitido el uso de sensores capaces de tomar los datos necesarios con rapidez y exactitud. Kizer et. al., (1990), realizaron la calibración de un modelo para estimar la ET por horas en el cultivo de alfalfa utilizando la ecuación de Penman. El modelo permite la medición cada hora de la radiación neta por hora, el flujo de calor sensible y el flujo de calor en el suelo, el flujo de

evaporización fue determinado como residuo de la ecuación del balance de energía de la superficie.

2.5.1. Evapotranspiración Potencial (ETP)

Es la cantidad de agua que en una unidad de tiempo evapotranspira un cultivo verde, bajo, de altura uniforme, que sombrea por completo el suelo, el que en ningún momento le falta agua (Gavande, 1982).

2.5.2. Evapotranspiración Máxima (ETM)

Se considera también por algunos autores como evapotranspiración de cultivo. Indica la tasa de evapotranspiración de un cultivo exento de enfermedades, que crece en un campo extenso en condiciones óptimas de suelos, incluida una fertilidad y agua suficientes, en el que se llega al potencial de plena producción con arreglo al medio vegetativo dado y que varía según demanda del clima (Doorembos y Pruitt, 1976).

2.5.3. Evapotranspiración Real (ETR)

También se le llama evapotranspiración actual o evapotranspiración del cultivo real. Es la tasa de evapotranspiración igual o menor que la

evapotranspiración máxima, depende de gran medida de la disponibilidad de agua en el suelo, la variación del clima, el tamaño de los campos y las características de su medio circundante, la advección, la altitud, la humedad del suelo, la salinidad, el método de riego, los métodos de cultivo y a su vez algunos de estos factores dependen en parte de las prácticas agrícolas y de riego que se utilicen (Black, 1968; Doorembos y Pruitt, 1976; Vink, 1978).

2.6. Materia Seca

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

La tasa de acumulación de materia seca en algunas especies es limitada por la disponibilidad de carbono, agua, nitrógeno, etc., pero en otras especies la tasa está influenciada muy poco por estos factores, a no ser que estén suministrados en menor cantidad o por debajo de los valores normales. Para las especies superiores, si algún factor es limitante, la expansión foliar, de peciolo y 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 fase, que son las siguientes:

a).- Fase vegetativa inicial: Brotan las hojas y posteriormente se desarrollan en sucesión acrópeta (de abajo hacia arriba). La producción de materia seca es lenta. Esta fase termina al iniciarse ya sea la diferenciación de los órganos reproductivos o la elongación de los entrenudos, o bien en ambos casos.

b).- Fase vegetativa activa: Se desarrollan las hojas, el 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 los estigmas.

c).- Fase inicial de llenado de grano: El peso de las hojas y del culmo continúan incrementándose a una velocidad mayor. Continúa el peso de las espigas y del raquis y el peso de los órganos se incrementa lentamente. A esta fase se le puede considerar como transitoria entre la vegetativa y la de llenado de grano.

d).- Fase de llenado activo de grano: Se presenta un rápido incremento en el peso de los órganos, que va acompañado por un ligero abatimiento en el peso de las hojas, culmo, espigas y raquis.

Frey (1981), menciona que el rendimiento del grano en maíz es la integración de la materia seca en el tiempo. La tasa y duración del llenado del grano ha sido sugerido por Frey, como el factor el cual debe ser mejorado a través de la selección y resulta en el mejoramiento del rendimiento. Este autor investigó el desarrollo del grano de maíz sobre la mazorca cuando fueron impuestos tratamientos que alteraron el abastecimiento de asimilatos a la mazorca. La perturbación del abastecimiento de asimilatos fue conseguida disminuyendo en un 50 por ciento el índice de área foliar y removiendo en la misma proporción el área de las hojas cuando el 50 por ciento del cultivo se encontraba en la etapa de jilote. Los tratamientos los cuales afectaron el abastecimiento de asimilatos influyen en el número de granos y tamaño en la sección de desarrollo extrema de la mazorca. Las tasas de acumulación de materia seca en el grano son similares para los granos en la región basal y media de las mazorcas a pesar del abastecimiento de asimilatos. Los grano de la extremidad pueden haberse llenado a tasas mas bajas que las de las otras dos regiones. La alteración de duración de la fase lineal de la acumulación de materia seca debido a los tratamientos que afectan el abastecimiento de asimilatos, fue sugerido como una causa de variación en el peso del grano sobre una mazorca y entre las mazorcas de un mismo híbrido. Este autor incluye que la etapa crítica en el desarrollo del maíz que es altamente dependiente del abastecimiento de asimilatos es el período de dos a tres semanas después del 50 por ciento del jiloteo, que es cuando el número de grano final es determinado.

Reed et. al. (1988). Estudiaron en el cultivo del maíz el efecto del sombreado sobre la partición de materia seca, el contenido de nitrógeno, el número y rendimiento de grano. Las plantas de maíz que crecían en el campo fueron sombreadas durante la etapa vegetativa. Las plantas control no fueron sombreadas. Cuando las plantas fueron sombreadas durante la floración, disminuyó la fotosíntesis y se incremento el aborto de flores en relación al tratamiento control, sin embargo, la concentración de nitrógeno fue más alta en los granos restantes. La reducción en el abastecimiento de nitrógeno hacia el jilote debido al sombreado, no fue un factor limitante para determinar el número de granos. Durante el llenado de grano, la removilización de nitrógeno y de materia seca desde las fuentes, corresponde a un 46.5 y 4.7 por ciento del que se encuentra en el grano a la madurez respectivamente.

Es frecuentemente observado que la ganancia de peso seco del cultivo es aproximadamente proporcional a la intercepción de luz de la cubierta vegetal. Estas relaciones son usadas en algunos modelos para predecir la ganancia de peso seco, pero el problema de su uso es que el valor de los parámetros varían de un año a otro (Van Keulen, 1986).

Villalpando (1985), utilizó el método de la FAO para estimar la tasa de acumulación de materia seca en Zapopan, Jal., para maíz de humedad residual, durante el periodo de mayo a septiembre, alcanza una acumulación de 26.5 ton/ha de biomasa seca total en un ciclo de 150 días de siembra a madurez

fisiológica; al multiplicar este valor por el índice de cosecha (0.4), se obtiene un rendimiento potencial de 10.6 ton/ha, el cual se obtendrá sin ningún tipo de restricción de suelo, de protección al cultivo, de manejo, de fertilidad o restricciones agroclimáticas.

La planta de maíz tiene una alta eficiencia en el uso del agua en cuanto a la producción de materia seca, y entre los cereales es potencialmente el cultivo de grano de mayor rendimiento (Doorenbos y Kassam, 1979). Sin embargo la planta evapora agua como cualquier otro sistema físico, además de las necesidades hídricas que requiere para las demandas metabólicas, debe cubrir las demandas evaporativas a través de la epidermis en la transpiración. En condiciones normales una planta de maíz absorbe durante su ciclo de vida alrededor de 300 kilogramos de agua, de los que utiliza en procesos metabólicos aproximadamente un dos por ciento y transpira el resto (Rojas, 1972).

2.7. Índice de Area 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), estimo mediciones longitudinales hechas desde la base del peciolo hasta el ápice de las hojas; paralelamente el área foliar de la hoja fue medida con un medidor automático y encontró que las mediciones lineales a través de la vena principal de la hoja se correlacionó significativamente con el valor determinado por el medidor del área foliar.

Hernández Ovalle, (1990) utilizando el procedimiento descrito por González et al., correlacionó el método de cuadrícula y el método fotoeléctrico, para determinar el área foliar en papa, obteniendo una alta significancia entre los dos métodos, señala que cualquiera de los resultados obtenidos por estos métodos serán igual de confiables.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Características del Area de Estudio

3.1.1. Localización del Sitio Experimental

La presente investigación se llevo acabo 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.

3.1.2. Clima

De acuerdo al sistema de Koepen modificado por E. García (1964), 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 intermedio entre verano e invierno.

La precipitación media anual es de 345 milímetros.

Los meses lluviosos en el año son de junio a septiembre, siendo el más lluvioso el mes de junio.

La evaporación promedio mensual es de 178 milímetros la más intensa, siendo la más intensa entre los meses de mayo y junio con 236 y 234 mm respectivamente.

3.1.3. Suelo

El suelo del terreno experimental es profundo, presentando buena agregación y sin problemas de salinidad.

3.1.3.1. Propiedades Físicas

Las propiedades físicas que se determinaron fueron las siguientes: densidad aparente (DA), capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y textura, Se determinaron las propiedades por estratos de 20 cm., hasta una profundidad de 130 cm., los valores se presentan en el cuadro A1 del apéndice

3.1.3.2. Propiedades Químicas

El análisis químico de las propiedades se realizó a estratos de 20 cm., a una profundidad de 120 cm, como lo expresa el cuadro A1 del apéndice en el cual se nos muestran los resultados de laboratorio que se realizaron de muestras del sitio experimental.

3.2. Material Genético

El material genético utilizado en el presente estudio fue proporcionado por el Instituto Mexicano del Maíz “Dr Mario E. Castro Gil, de la UAAAN, siendo el híbrido AN-447, cuyas características agronómicas principales son: altura de planta 2.8 m, altura de mazorca 1.3 m, la floración masculina de 75 a 80 días, de 140 a 150 días a madurez fisiológica, el color de la hoja es verde claro, forma de la mazorca cilíndrica y el tipo de grano es blanco, semidentado.

3.3. Tratamientos Evaluados

El estudio consistió en evaluar tres condiciones de humedad de suelo con la finalidad de someter a la planta a diferentes grados de estrés hídrico durante su ciclo vegetativo, para así evaluar el índice de área foliar, la acumulación de materia en la parte aérea de la planta y rendimiento de grano. Estos tratamientos fueron:

Tratamiento 1. Tratamientos ETM-REF(Evapotranspiración Máxima del Cultivo-Referencia), en el cual el cultivo se desarrolló bajo condición de menor déficit hídrico en el suelo, con la finalidad de satisfacer las necesidades

máximas consumo de agua por la planta, para lo cual se aplicaron 9 riegos durante el desarrollo del cultivo, en el cuadro A2 (Apéndice) se presenta la distribución de los riegos durante el ciclo del cultivo y la cantidad de agua aplicada al momento del riego.

Tratamiento 2. Se aplicaron 6 riegos durante el desarrollo del cultivo, la distribución de riegos durante el ciclo del cultivo y la cantidad aplicada se presentan en el cuadro A2 (Apéndice) .

Tratamiento 3. Se aplicaron 4 riegos durante el ciclo del cultivo, la distribución de riegos y cantidad de agua aportada se presenta en el cuadro A2 (Apéndice).

A los tres tratamientos se les aplicó un riego uno de presembrado con lámina igual de 13 cm.

3.3.1. Distribución de los Tratamientos en el campo

Los tres tratamientos se establecieron en el campo representando cada uno un escenario de la simulación (parcela), la unidad experimental fue de 14 surcos de 10 m de largo (140 m²) y la parcela útil de 10 m².

3.3.2. Labores de Cultivo

La labor de barbecho se efectuó el 8 de mayo. El riego de presembrado se realizó el 15 de mayo, aplicándose una lámina de 13 cm.

La siembra se realizó el 22 de mayo de 1998, previamente se rastreó el suelo, se sembraron 10 plantas por metro lineal a una separación de 0.85 m, para posteriormente aclarar.

Al momento de la siembra se fertilizó con la dosis 80-104-30, siendo la fuente el sulfato de amonio (20.5-0-0), MAP (11-55-0) y sulfato de potasio.

El día 16 de Junio se efectuó el aclareo de plantas, dejando 6 plantas por metro lineal para una población de 70, 200 pl/ha.

La labor de aporqué se efectuó el día 3 de Julio, cuando el cultivo se encontraba en la etapa de once hojas (V11), previo a la labor se realizó la segunda incorporación de fertilizante con la dosis 100-0-40, como fuente el sulfato de amonio (20.5-0-0) y el sulfato de potasio.

3.3.3. Control de Riegos

La aplicación de los riegos fue una vez que se presentaron las condiciones de humedad permitidas para los tratamientos, los estratos de 0-20 hasta llegar a 130 cm se utilizaron como indicador de riego. Para determinar la lámina de riego a aplicar se utilizó la siguiente ecuación:

$$LR = \frac{\sum_{i=1}^n (CC_i - HR_i) P_i}{100}$$

donde:

Lr = Es la lámina de riego por aplicar (cm)

i = número de estratos (6 de 0 a 120 cm)

CC_i = Contenido de humedad en el porcentaje volumen a capacidad de campo en el estrato i

Hr_i = Contenido de humedad en porcentaje volumen en el momento de muestreo en estrato i .

P_i = Profundidad del estrato i (20 cm).

Los riegos se efectuaron por aspersión, cada parcela contaba con 4 aspersores colocados en las esquinas de la parcela, y regaban sectorialmente en un ángulo de 90° , el alcance de cada aspersor era de 10 m. Se colocaron pluviómetros en el interior de la parcela para llevar un mejor control de la cantidad de agua aportada por los aspersores.

3.3.4. Calibración del Dispensor de Neutrones

Se realizó la calibración del aparato, para lo cual se instalaron tres tubos de aluminio a una profundidad de 120 cm, en una superficie de un metro cuadrado por tubo, en uno de los tubos el suelo se encontraba en condiciones de capacidad de humedad de campo (punto húmedo), otro tubo se encontraba en un suelo seco y el otro en un suelo donde el contenido de humedad era entre los dos rangos. Se tomaron medidas de humedad con el dispensador de neutrones y por el método gravimétrico por estratos de 20 cm, hasta llegar a los 120 cm, con estos puntos se realizó la regresión para calibrar el aparato. Se obtuvieron dos ecuaciones, una donde solo involucra al primer estrato

(0–20 cm) y la otra ecuación involucra a los demás estratos (20-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120 cm). La ecuación para el primer estrato fue:

$$\% \text{ Vol. Real} = 9.35 + 0.76 * \% \text{ Vol. Dispensor} \rightarrow r^2 = 1$$

La ecuación para los demás estratos fue:

$$\% \text{ Vol. Real} = 1.94 + 0.86 * \% \text{ Vol. Dispensor} \rightarrow r^2 = 0.9$$

Donde:

% Vol. Real = Contenido de humedad en el suelo base volumen de suelo en %.

% Vol. Dispensor = Contenido teórico de humedad en el suelo base volumen de suelo, en %. El Aparato está calibrado de fábrica y proporciona un valor teórico.

3.4. Información Climática.

La Información Climática fue proporcionada por la estación del Servicio Meteorológico Nacional ubicado en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, considerando el periodo en que se desarrolló el

experimento de campo (Mayo a Octubre de 1998), cuadro A3 del Apéndice, se consideraron las siguientes lecturas:

- Temperatura máxima, mínima y media.
- Precipitación pluvial.
- Evaporación libre del agua (tanque evaporímetro tipo A).
- Humedad Relativa.

3.5. Variables Evaluadas

3.5.1. Indice de Area Foliar

Las plantas fueron llevadas al laboratorio donde se separaron las hojas, se midió el área de cada hoja en un integrador automático marca Denko modelo AAM-7. Una vez conocida el área foliar por planta, se sumó el de las 6 plantas y se dividió entre 0.85m², que es el área ocupada por ellas en el campo, el resultado representa el Indice de Área foliar (IAF) del cultivo.

$$\text{IAF} = \frac{\text{Area foliar de la planta}}{\text{Area de suelo que ocupa la planta}}$$

3.5.2. Materia Seca

Los muestreos se realizaron del día 20 DDS hasta el día 158 se realizaron 12 muestreos de plantas a un intervalo promedio de 11 días. En cada muestreo se colectaron 6 plantas, por tratamiento y se identificó la etapa de desarrollo del cultivo (número de hojas y aparición de otros órganos).

Las plantas fueron llevadas al laboratorio donde se separaron los órganos (tallos, hojas, mazorcas) posteriormente se introdujeron a la estufa con una temperatura de 60 °C durante 48 horas, para luego pesarlas y obtener el peso seco o contenido de materia seca por planta.

3.6.3. Rendimiento de Grano

La cosecha se efectuó a los 158 días después de la siembra, considerando al cultivo en la etapa de madurez fisiológica, se cosecharon en los surcos centrales de la parcela 5 repeticiones de 2 m², dando un total de 60 plantas en 10 m², se desgranó y se llevó a un 14 por ciento de humedad determinándose el rendimiento en los tres tratamiento y analizándose estadísticamente mediante la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Para la presentación y discusión de los resultados obtenidos mediante la presente investigación, el orden a considerar será el análisis de la humedad en el suelo, índice de área foliar, acumulación de materia seca y rendimiento de grano.

4.1. Humedad del Suelo

De acuerdo a lo programado, se controló esta variable mediante los muestreos consecutivos, para determinar el momento oportuno para regar, así como la lámina de agua para llevar el suelo a capacidad de campo. Los valores de humedad de los diferentes estratos, evaluados se presentan en los cuadros A4, A5 y A6 en el Apéndice, para los tratamientos ETM-REF, T2 y T3 respectivamente.

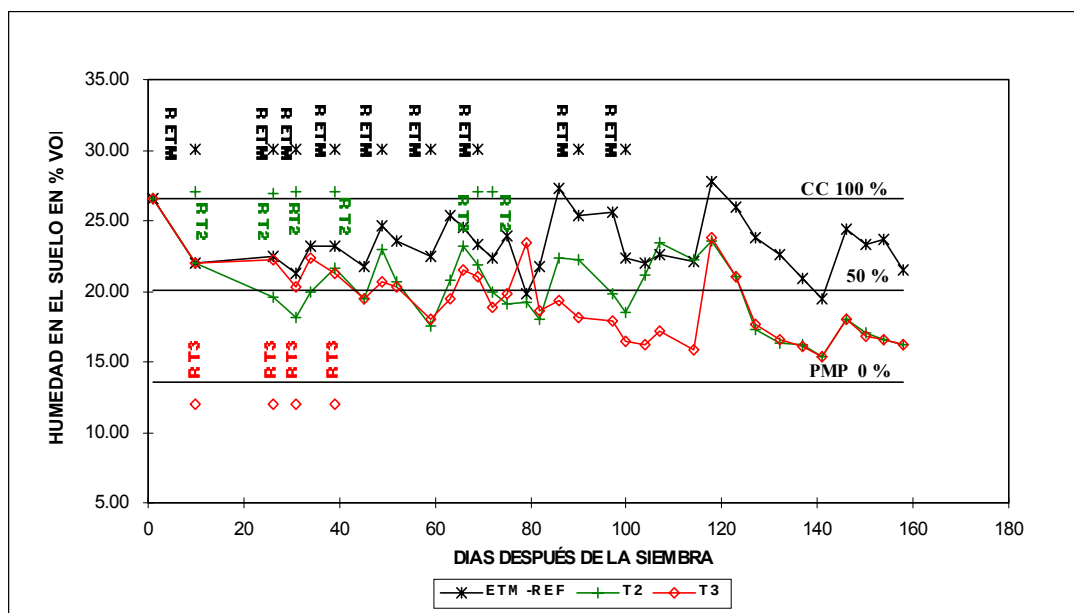
Al tratamiento ETM-REF, se le aplicaron 9 riegos de auxilio, iniciándose a los 17 DDS y concluyendo a los 105 DDS, la lámina total fue de 384.6 mm, y la distribución fue: 6 riegos durante el periodo de siembra a floración (VT), 1 en la etapa de floración a estado lechoso (R1) y 2 riegos del estado lechoso a madurez fisiológica (R6), es evidente que en este tratamiento los niveles de déficit hídrico fueron bajos, pues las tendencias presentadas en el cultivo fueron condiciones favorables de humedad del suelo, manteniéndose la humedad del suelo siempre por arriba del 50 % de la humedad aprovechable del suelo (HAS), lo que significa que el cultivo estuvo en condiciones aptas para su desarrollo como se muestra en la Fig. 4.1.

Al Tratamiento 2 (T2), se le aplicaron 6 riegos de auxilio, iniciándose a los 17 DDS y el último a los 77 DDS, con una lámina total de 246.2 mm, distribuidos 5 riegos en lo que comprende de la siembra a floración masculina (VT) y 1 de floración a estado lechoso (R1), durante el periodo que comprende

del estado lechoso a madurez fisiológica no se aplicaron riegos, debido a que se sometió el cultivo a estrés hídrico en las etapas finales de los 115 DDS donde la humedad se mantuvo por debajo del 50 % HAS como se muestra en la Fig. 4.1.

Para el Tratamiento 3 (T3), el cual estuvo sometido al mayor déficit hídrico, en donde se aplicaron 4 riegos en la etapa vegetativa, con una lámina total de 190.5 mm, en la Fig. 4.1., se observa que en la mayor parte del ciclo el contenido de humedad se encuentra por debajo del 50 % HAS, se presentan dos periodos donde el déficit hídrico se acentuó hasta un 25 % HAS, en el periodo comprendido de los 80 a los 115 DDS y de los 125 a los 150 DDS, en el cual el contenido de humedad estuvo cercano a PMP.

Fig. 4.1. Contenido de humedad en el suelo en un perfil de 0 a 120 cm durante el ciclo de cultivo para los tratamientos ETM-REF¹, T2² y T3³, UAAAN 1998.



- 1) No. de Riegos = 9
- 2) No. de Riegos = 6
- 3) No. de Riegos = 4

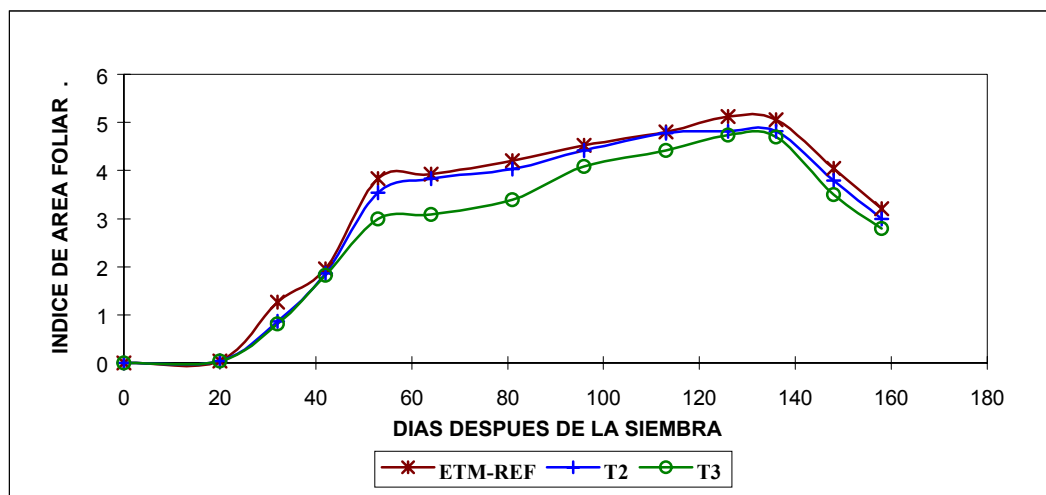
4.2. Índice de Area Foliar

La presentación de los valores de índice y tasa de área foliar se presentan en la Fig. 4.2., en función de los días transcurridos después de la siembra, para las tres condiciones de humedad. Observando el comportamiento de los tratamientos hasta los 20 DDS el valor de IAF es de 0.05 para los tres tratamientos, estos valores indican que las plantas de los tratamientos han tenido lento crecimiento durante este periodo, y las tasas de IAF son de $0.004 \text{ m}^2 \text{ hoja m}^{-2} \text{ sup día}^{-1}$, respectivamente como se observa en el Cuadro A7 del apéndice. Debido a la generación de nuevas hojas y a la expansión de las células en estos órganos, el valor de IAF y Tasa del IAF después del 20 DDS se incrementa fuertemente, el valor para el día 126 DDS es de 5.12 para el ETM-REF, 4.82 para el Tratamiento 2 y $4.78 \text{ m}^2 \text{ hoja m}^{-2} \text{ sup día}^{-1}$ para el tratamiento 3, la Tasa del IAF acumulada, es de 0.432, 0.414 y 0.393 demostrando que el tratamiento ETM-REF supera en incremento de superficie foliar al resto de los tratamientos.

Cabe señalar que un valor observado de IAF es necesario para que el cultivo tenga una mayor fotosíntesis durante el periodo reproductivo y por lo tanto mayor producción de fotosintatos los cuales forman nuevas estructuras y

en la etapa de formación del fruto, emigran hacia el grano para incrementar su peso.

Fig. 4.2. Índice de Área Foliar para los tratamientos evaluados en el ciclo de cultivo, en el híbrido de maíz AN-447, UAAAN 1998.



4.3. Acumulación de Materia Seca

Durante el ciclo del cultivo se realizaron un total de 12 muestreos para determinar el peso seco en kilogramo por hectárea, en las tres parcelas de humedad de suelo evaluadas. En las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

4.3.1. Acumulación de Materia Seca en Tallo

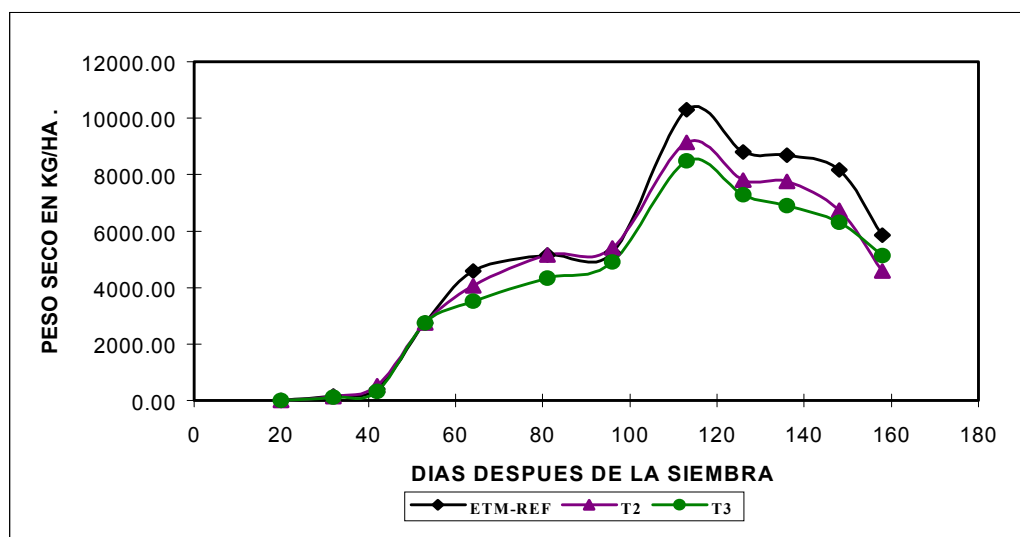
La acumulación de materia seca en el tallo en los tres tratamientos es similar hasta el día 53 DDS, como se observa en la Fig.4.3. la materia seca acumulada en ese día fue de 2747.9, 2738.6 y 2741.4 (Cuadro A8. Apéndice)

para los tratamientos ETM-REF, T2 y T3 respectivamente. Esto debido a que los contenidos de humedad, si bien son diferentes no es acentuada y no repercute en el rendimiento (Fig. 4.1.).

Posterior al día 53 DDS se acentuaron las diferencias entre tratamientos, ocasionado por diferencias en el contenido de humedad en el suelo, el Tratamiento 2 se desarrollo con mayor nivel de déficit hídrico que el Tratamiento ETM-REF, y a su vez en el Tratamiento 3 el déficit hídrico es mayor que los otros dos. A los 113 DDS se alcanza la mayor acumulación de materia seca, siendo estas de 10295.21, 9135.7 y 8481.6 kg/ha, para los tratamientos ETM-REF, T2 y T3 respectivamente.

Después del día 113 DDS se denota que el peso del tallo decrece en los tres tratamientos, este comportamiento se puede atribuir, a la traslocación de materiales del tallo hacia la mazorca.

Fig. 4.3. Acumulación de Materia Seca (Kg/Ha) en Tallo para los tres tratamientos en el híbrido de maíz AN-447, UAAAN 1998.



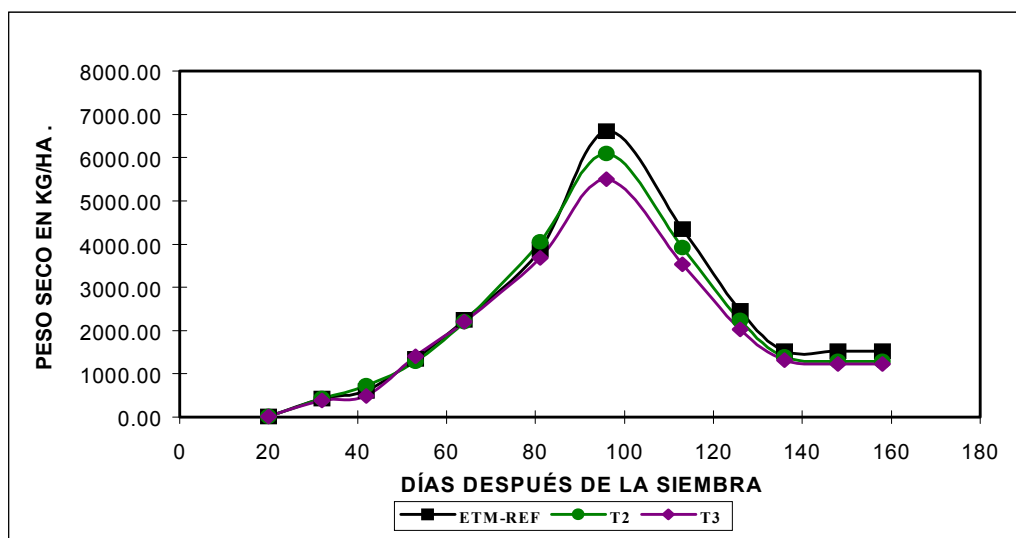
4.3.2. Acumulación de Materia Seca en Hoja

Como se observa en la Fig. 4.3.2. y dados los valores presentados en el Cuadro A9 del apéndice, hasta los 64 DDS las diferencias en acumulación de peso seco no son superiores a 150 kg/ha entre tratamientos, y esto debido a que las diferencias en el contenido de humedad en el suelo no influyeron.

El efecto del mayor déficit hídrico en el Tratamiento 3 con respecto al 2 y este a su vez que el EM-REF, se detecta a los 96 DDS, el Tratamiento 3 acumuló 592 kg/ha menos que el 2 y 1104 kg/ha menos que el Tratamiento ETM-REF.

Después del día 96 DDS el peso seco de las hojas disminuye debido al marchitamiento progresivo de ellas, las diferencias entre tratamientos se acortan al final del ciclo siendo esta de 288 kg/ha, entre el tratamiento ETM-REF y T3.

Fig. 4.4. Acumulación de Materia Seca (Kg/Ha) en Hoja para los tres tratamientos en el híbrido de maíz AN-447, UAAAN 1998.



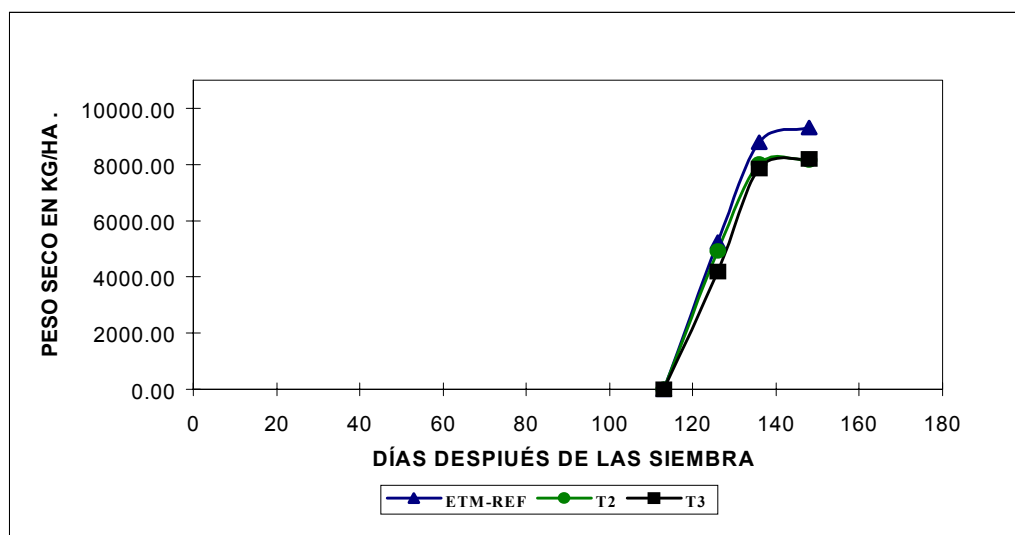
4.3.3. Acumulación de Materia Seca en Mazorca

El peso seco de la mazorca se comenzó a contabilizar a partir de los 126 DDS, en esa fecha el Tratamiento ETM-REF había acumulado 367 kg/ha mas que el Tratamiento 3 y esto es debido al mayor nivel de déficit hídrico en esos dos Tratamientos.

Las diferencias en rendimiento se acentúan a medida que transcurre la etapa de llenado de grano, y es debido a que también se acentúa el déficit hídrico en los Tratamientos 2 y 3. Al final del ciclo en el día 148 el tratamiento ETM-REF produjo 9312.1 kg/ha superior en 1155 kg/ha que el Tratamiento 2 y superior en 1110 kg/ha que el tratamiento 3.

Es importante señalar que las diferencias en rendimiento entre tratamiento, no fueron de al magnitud del déficit hídrico y esto fue debido a la presencia de lluvias durante el ciclo del cultivo y en mayor cantidad durante la etapa de llenado de grano que amortiguó el efecto del déficit hídrico en el suelo.

Fig. 4.5. Acumulación de Materia Seca (Kg/Ha) en Mazorca para los tres tratamientos en el híbrido de maíz AN-447, UAAAN 1998.

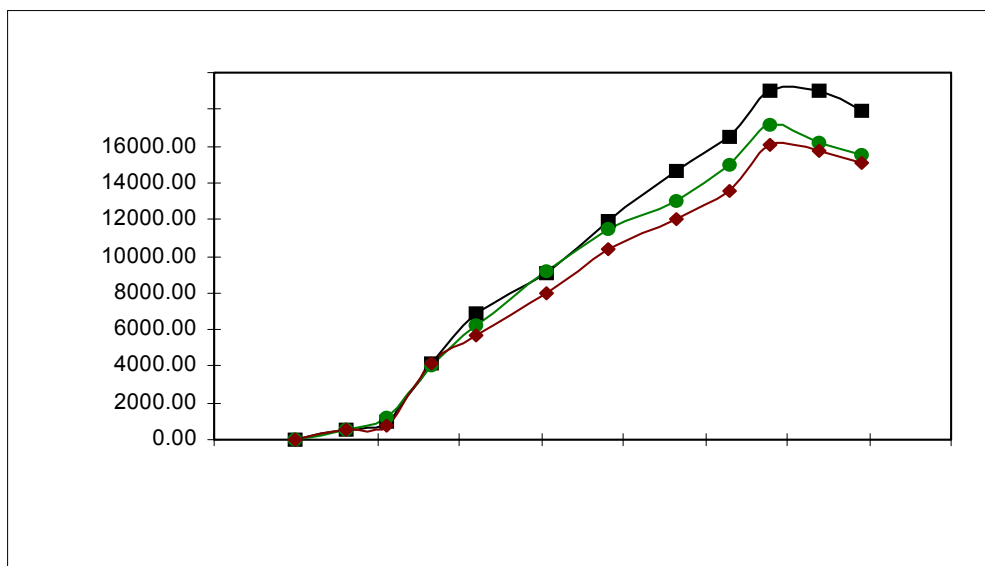


4.3.4. Acumulación de Materia Seca Total

El peso seco total de la planta en kg/ha, (Fig. 4.6. y Cuadro A11 del Apéndice) nos muestra evidentemente que el tratamiento ETMR-REF fue el que acumuló mayor peso seco, a los 148 DDS su peso fue de 19004.2 kg/ha, seguido del Tratamiento 2 al cual se le aplicaron riegos en la etapa vegetativa e inicio de floración, con 16023.20 kg/ha y por último el Tratamiento 3 con 15400.00 kg/ha. Lo anterior debido a que el Tratamiento 2, a partir de los 80 DDS estuvo sometido a mayor déficit hídrico que el tratamiento ETM-REF y el

Tratamiento 3, el déficit hídrico estuvo más acentuado que en ambos tratamientos (ETM-REF y T2).

Fig. 4.6. Acumulación de Materia Seca (Kg/Ha) Total para los tres tratamientos en el híbrido de maíz AN-447, UAAAN 1998.



4.4. Rendimiento de grano

De Acuerdo a las diferentes condiciones de humedad del suelo para los tratamientos evaluados, la resultante integradora es el rendimiento económico, se establece que de acuerdo a la prueba de las diferencia mínima significativa (DMS) en el cuadro 4.4. se detectaron diferencia estadísticas entre los tratamientos ETM-REF (condición de menor estrés hídrico) con el tratamiento 3 (riegos en la etapa vegetativa), pero ambos fueron similares con el tratamiento

2 (riegos en las etapas vegetativa e inicio de floración), ver Cuadro 4.4. y Fig. 4.7.

Cuadro 4.4. Comparación de las medias de rendimiento de grano mediante la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS). UAAAN 1998.

Tratamientos	Medias kg ha ⁻¹	Orden
ETM-REF	10554.00	A
T2	9612.00	AB
T3	8740.00	B

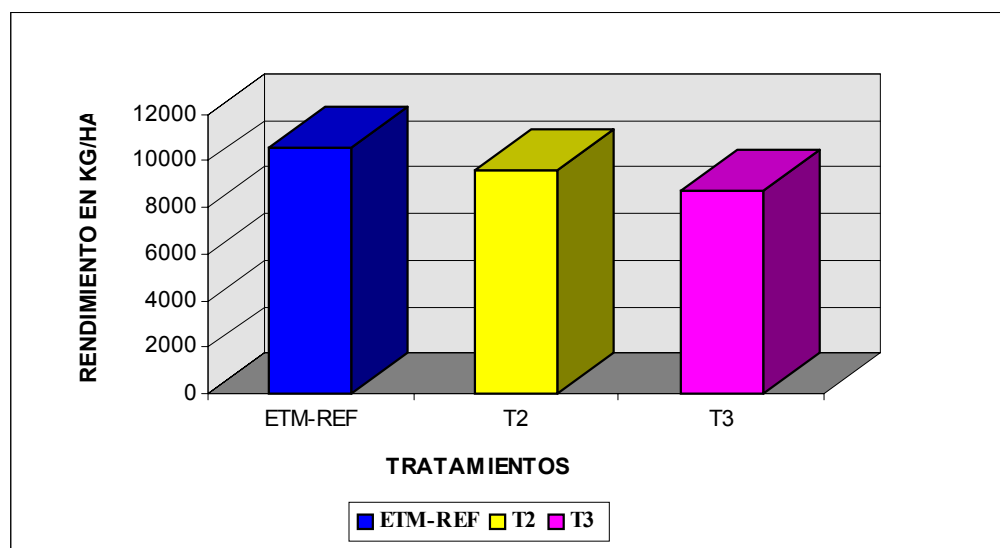
Valor del DMS = 1501

Significancia al 0.05 de Probabilidad

Coeficiente de variación = 16.98%

Es importante señalar que las lluvias que se presentaron durante el ciclo del cultivo (437 mm.) amortiguaron los efectos del déficit hídrico en los tratamientos 2 y 3, siendo esta la razón por la que la diferencia en rendimiento no estuvieron tan acentuadas como los niveles de déficit hídrico.

Fig. 4.7. Rendimiento de Grano en Kg/Ha, para los tratamientos evaluados en el híbrido de maíz AN-447, UAAAN 1998.



V. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del experimento los tratamientos estuvieron sometidos a diferentes contenidos de humedad en el suelo. En el Tratamiento ETM-REF el cultivo estuvo en una condición de menor déficit hídrico durante el

ciclo, en cambio el Tratamiento 2 y el tratamiento 3 estuvieron sometidos a un mayor déficit hídrico acentuándose este después de la etapa VI (80 DDS).

El efecto del déficit hídrico, influyó en los valores observados de Índice de Área Foliar, resultando el Tratamiento ETM-REF con mayor índice, al día 126 DDS, que el tratamiento 2 y este mayor que el Tratamiento 3.

El efecto de los tratamientos se vio reflejado en la acumulación de materia seca en tallo, hoja y mazorca. El tratamiento ETM-REF alcanzó mayor peso de tallo al día 113 DDS, hoja al día 96 DDS y mazorca al día 148 DDS que el Tratamiento 2 y este a su vez que el Tratamiento 3.

En el Tratamiento ETM-REF (Condición de menor déficit hídrico) el rendimiento fue de 10555 kg/ha, teniendo diferencia estadística con el Tratamiento 3 (Condición de mayor déficit hídrico) con un rendimiento de 8740 kg/ha y los dos fueron similares con el Tratamiento 2 (Condición media de déficit hídrico) con 9612 kg/ha de rendimiento.

Cabe señalar que las lluvias presentadas durante el desarrollo del experimento, amortiguaron el efecto del déficit hídrico en los tratamientos. Por tal razón, las diferencias observadas tanto en Índice de Área Foliar, Producción de Materia Seca y Rendimiento de Grano no son muy acentuadas, tal como se expresa en otras investigaciones realizadas por Rodríguez, (1985) donde detectó reducciones en el rendimiento de grano hasta en un 50 por ciento y

hasta de un 25 por ciento en rendimiento cuando el estrés se presenta en la etapa vegetativa y de 20 por ciento cuando se presenta en el llenado del grano.

VI. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el índice de área foliar, la acumulación de materia seca y rendimiento de grano en maíz bajo tres condiciones de humedad en el suelo.

El trabajo experimental se realizó en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, situada entre los paralelos 25° 16' 13" y 25° 21' 28" latitud norte y los meridianos 101° 59' 43" y 101° 00' 25" latitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a una altitud de 1743 msnm.

La siembra se efectuó el 22 de mayo de 1998, con el maíz híbrido AN-447, la densidad fue de 70200 pl/ha, la dosis de fertilizante empleada fue 180-104-70 (N-P-K), distribuida en dos aplicaciones (al momento de la siembra y a los 45 DDS).

Se evaluaron tres condiciones de humedad de suelo:

1) Tratamiento ETM- REF condición de menor déficit hídrico en el suelo se aplicaron 9 riegos con la finalidad de satisfacer las necesidades máximas de agua por el cultivo.

2) Tratamiento 2 en donde se aplicaron seis riegos en dos etapas fenológicas (vegetativa y floración).

3) Tratamiento 3 (Condiciones de mayor déficit hídrico) en el que se aplico cuatro riegos en la etapa vegetativa del cultivo.

cada tratamiento fue ubicado en una parcela de 120 m². Las variables evaluadas fueron Índice de área foliar, acumulación de materia seca en tallo, hoja, mazorca y total, además del rendimiento de grano.

El déficit hídrico, influyó en los valores observados de Índice de Area

Foliar, resultando el Tratamiento ETM-REF con mayor IAF, que el tratamiento 2 y este mayor que el Tratamiento 3.

El efecto del estrés hídrico se vio reflejado en la acumulación de materia seca en tallo, hoja y mazorca. El tratamiento ETM-REF alcanzó mayor peso en tallo, hoja y mazorca que el Tratamiento 2 y este a su vez mayor acumulación de materia seca que el Tratamiento 3.

A la cosecha se detectaron diferencia estadística en el rendimiento de grano, siendo similares ETM-REF con el tratamiento 2 y diferente con el tratamiento 3, y el Tratamiento 2 similar al Tratamiento 3.

El efecto de la lluvia presentada en el desarrollo del experimento amortiguó el efecto del déficit hídrico en los tratamientos establecidos, observándose poca diferencia en las variables evaluadas en el cultivo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

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

Aldrich, S.R. 1974, Producción Moderna del Maíz. 1a. Edición. Editorial

Emisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.

Anónimo, 1989. Secretaría de Educación Pública. Maíz. Manuales para la producción agropecuaria. Séptima reimpresión. Ed. Trillas.

Bear, E. F. 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Traducción del Inglés por J. Abeijon Veloso. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España.

Black, C. A. 1968. Soils Plant Relation. John Wiley and Sons, Inc. USA.

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

Doorembos, J. And W. O. Pruitt. 1977. Guidelines for predicting crop water requeriments. FA Irrigation and Drainage. Paper No. 24. Rome, Italy.

Doorembos, S. And AH. Kassam. 1979. Yield Response To Water. FA. Irrig. Drain . Paper No. 33: 1-193.

Eck Harold V. 1986. Effects of water deficits on yield, yield components, and water efficient usage of irrigated corn. Agronomy Journal. Vol. 78.

Pags. 1035-1040.

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

F.A.O. 1993. El Maíz en la Nutrición Humana. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Pp. 1-13

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

Frey Nicholas M. 1981. Dry matter accumulation in kernels of maize. *Crop Science*. Vol. 21. Pags. 118-122.

Gandara, R. E. 1989. Respuesta del maíz (Hibrido AN-430R) a diferentes niveles de sequía inducida, en tres etapas fenológicas del desarrollo. Tesis de Maestria. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 86 p.

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

González Silveira, Salvador H. 1990. Análisis de Crecimiento de Dos Genotipos de Papa (*Solalum tuberosum* L.) Evaluados bajo

Diferentes Dosis de Fertilización. Tesis de Licenciatura, UAAAN.
Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Gracia, E. 1964. Modificaciones del sistema de clasificación climática de
Köppen. Adaptado a las condiciones climáticas de la República
Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. México. 264 p.

Harder, H. J., R. E. Carlson and R. H. Shaw. 1982. Yield, yield components,
and nutrients content of corn grains as influenced by post-silking
moisture stress. *Agronomy Journal*. Vol. 74. Pags. 275-278.

INEGI, 1996. El Sector Alimentario de México.

Kaliappa, R., S. Venkatachalam, K. M. Nachappan, K. V. Selvajah and S.
Rajaran. 1976. Studies on water requirement of maize. *Field Crop
Abstracts*. Vol. 30(3): 158. London, England.

Keulen, H. Van 1986. Production situations, I : Optimum supply of water,
nitrogen and minerals, In: *Modelling of agricultural production:
weather, soils and crops* (Van Keulen, H. Wolf j. (Eds)). *Simulations
Monographs*, Pudoc, Wageningen, Netherlands. 474 p.

Kizer, M. A. R. L. Elliot, and J. F. Stone. 1990. Hourly model calibration whit

edoy flux and energy balance data. J. of I. and Drainage Engineering. Vol. 116 (2) Pags. 172-181.

Kramer, P. J. 1974. Relaciones hídricas del suelo y plantas. Una Síntesis Moderna. Traducida del Inglés por L. Tejada. Centro Regional de Ayuda Técnico, AID. McGraw-Hill. Inc. México.

Mayaki, W. C., I. D. Teare and L. R. Stone. 1976. Top and root growth of irrigated soybeans. Crop Science. Vol. 16 (1). Pags. 92-94.

Palacios. V. E. 1994. Importancia del Riego en los Cultivos. III Curso Internacional de Sistemas de Riego. Vol. 1: 1-1., Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco Estado de México.

Reed, A. J., G. W. Singletary, J. R. Schussler, D. R. Williamson, and A. L. Christy. 1981. Schading effects on dry matter and nitrogen partitioning kernel number, and yield of maize. Crop Science. Vol. 28. Pags. 819-825.

Robbinson, J. S. and C. E. Domingo. 1953. Some effects of severe soils moisture deficits at specific growth stages in corn. Agronomy Journal.

Vol. 45: 628-621.

Robles, S. R. 1990. Producción de Granos y Forrajes. Edit. Limusa. México.
559 p.

Rodríguez, G. M. A. 1985. Efecto del stress de humedad sobre el desarrollo,
rendimiento y evapotranspiración del maíz (*Zea mays* L.). Tesis de
Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Rojas, G. M. 1972. Fisiología vegetal aplicada. 2a. Edición. De. McGraw-Hill.
México. 120 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.

Villalopando, I. F. 1985. Metodología de la investigación en agroclimatología.
Documento de circulación interna. Instituto Nacional de
Investigaciones Agrícolas (INIA). S.A.R.H. México. 183 p.

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

APENDICE

Cuadro A1. Valores de parámetros físico-químicos del suelo donde se estableció el experimento. UAAAN. 1998.

Características	Estratos del perfil (cm)					
Físico-químicas	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
Materia orgánica (%)	4.15	5.20	1.44	1.81	1.06	0.91
Nitrógeno Total. (%)	0.21	0.26	0.07	0.09	0.05	0.05
Fósforo Aprov. kg/ha	112.50	90.45	52.20	81.45	50.85	53.10
Potasio Inter. Kg/ha	900.00	103.55	337.50	499.50	333.00	360.00
pH	6.44	6.49	6.40	6.21	6.24	6.19
Carbono Total (%)	68.13	65.68	68.13	59.31	61.76	59.80
C.E. (ds/m)	1.20	0.81	0.60	0.95	0.83	0.58
CC (%vol)	26.80	25.94	24.50	25.50	28.41	28.41
PMP (%vol)	13.07	12.71	13.80	14.26	13.70	13.70
Da (gr cm-3)	1.28	1.09	1.10	1.08	1.24	1.24
Arena (%)	56.40	57.60	49.60	41.60	41.60	45.60
Limo (%)	15.60	16.00	16.00	20.00	18.00	14.00
Arcilla (%)	28.00	26.40	34.40	38.40	40.40	40.40
Textura	MAA			MA	A	AA

MAA. = Migajon arcilloso-arenoso

MA... = Migajon –arcilloso

A..... = Arcilloso

AA.... = Arcillo arenoso

Cuadro A2. Distribución del riego y lluvia efectuados en periodos de 10 días durante el ciclo de crecimiento del maíz. UAAAN 1998.

Días	Láminas de riego aplicadas (mm)			Lluvia (mm)
	ETM-REF	T2	T3	
10	30	20	20	7.2
20	30	20	20	15.1
30	32.0	23.0	70.0	14.5
40	72.0	52.0	80.5	47.4
50	84.5	0	0	28.7
60	43.1	0	0	2.4
70	41.0	96.7	0	49.2
80	0	34.5	0	33.1
90	32.0	0	0	35.5
100	20.0	0	0	10.7
110	0	0	0	22.8
120	0	0	0	107.9
130	0	0	0	12.5
140	0	0	0	2.8
150	0	0	0	38.2

160	0	0	0	9.2
TOTAL (mm)	384.6	246.2	190.5	437.2

Cuadro A3. Información climatológica mensual, promedio de la Estación de Buenavista, Saltillo, Coah. UAAAN 1998.

MES	Temperatura (°C)			Lluvia (mm)	Evaporación (mm)	H.R %
	Máxima	Mínima	Media			
ENERO	20.40	4.80	12.60	0	119.84	64
FEBRERO	20.30	5.30	12.70	0	194.53	41
MARZO	23.30	6.80	15.10	0	213.95	48
ABRIL	27.1	10.60	18.90	0	225.15	48
MAYO	33.20	17.00	25.10	7.20	299.29	32
JUNIO	32.20	18.70	25.20	7.70	242.10	73
JULIO	29.10	16.70	22.90	80.30	188.14	61
AGOSTO	26.90	15.50	21.20	0	134.06	75
SEPTIEMBRE	23.80	14.20	19.00	143.20	88.58	80
OCTUBRE	23.20	11.70	17.40	50.20	85.16	76
NOVIEMBRE	22.30	9.10	15.70	6.00	92.39	69
DICIEMBRE	20.60	5.90	13.20	0	101.87	60

Fuente: Departamento de Agrometeorología UAAAN 1998.

Cuadro A4. Contenido de humedad en base volumen para la condición ETM-REF, en los diferentes estratos de profundidad del suelo, durante el ciclo de cultivo. UAAAN 1998.

DDS	Estratos del perfil del suelo (cm)					
	0 -20	20 - 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	100-120
1	26.80	25.94	24.50	25.50	28.41	28.41
10	18.55	21.58	21.20	23.13	21.64	25.56
26	20.90	24.10	22.53	22.79	21.83	22.88
31	18.32	21.56	21.65	23.23	21.30	21.56
34	24.02	26.99	22.61	22.09	22.44	21.04
39	26.29	25.94	22.44	22.35	21.56	20.86
45	20.37	22.88	22.44	22.26	21.65	21.04
49	23.87	29.88	26.99	22.18	22.70	22.44
52	23.64	25.33	23.05	23.05	23.75	22.18
59	21.74	22.53	22.79	22.70	23.23	21.74
63	30.02	27.87	24.10	22.96	22.79	24.72
66	26.68	26.56	25.68	23.40	22.96	21.65
69	24.47	23.31	23.75	23.05	23.40	22.18
72	21.21	22.35	24.37	22.09	22.96	21.39
75	24.55	27.69	25.07	22.00	22.88	21.65
79	22.50	20.95	17.62	17.36	19.46	20.86
82	19.53	21.65	22.88	22.18	22.88	21.04
86	27.44	29.97	29.80	27.69	26.56	22.00
90	23.94	26.21	27.52	25.94	25.42	22.88
97	30.02	27.87	24.63	25.07	22.70	23.58

100	16.49	19.46	25.85	23.23	24.80	24.37
104	17.56	20.86	24.80	22.53	24.54	21.83
107	22.12	22.70	23.14	21.91	23.14	22.53
114	14.82	23.84	25.15	22.88	23.66	22.09
118	30.05	29.87	29.63	27.07	26.70	23.58
123	27.94	26.31	27.87	25.85	25.62	22.50
127	24.55	24.69	24.07	24.00	22.88	22.65
132	22.12	22.70	23.14	21.91	23.14	22.53
137	18.82	20.84	21.15	20.88	22.66	21.09
141	16.52	19.64	20.03	19.05	21.48	20.08
146	24.48	24.44	24.86	24.04	23.58	24.65
150	23.12	23.84	23.56	23.45	22.46	23.56
154	22.56	22.56	23.89	24.05	24.16	24.86
158	20.46	20.46	21.08	21.49	22.23	23.45

Cuadro A5. Contenido de humedad en base volumen para el Tratamiento 2 en los diferentes estratos de profundidad del suelo, durante el ciclo de cultivo. UAAAN 1998.

DDS	Estratos del perfil del suelo (cm)					
	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	100 – 120
1	26.80	25.94	24.50	25.50	28.41	28.41
10	18.55	21.58	21.20	23.13	21.64	25.56
26	17.81	19.37	20.25	20.86	20.69	18.32
31	13.99	16.22	19.81	19.90	21.39	17.18
34	22.27	19.02	19.28	19.81	20.51	18.41
39	26.45	24.98	19.72	20.25	20.77	17.45
45	18.09	19.37	19.72	20.51	21.12	17.88
49	30.17	26.47	22.26	19.64	20.86	18.58
52	21.36	21.39	20.69	21.83	21.39	17.36
59	17.56	15.78	16.48	17.80	19.72	17.88
63	28.05	23.84	17.45	18.32	19.90	17.36
66	24.78	23.75	24.19	24.19	23.40	18.93
69	23.33	20.69	22.35	22.18	22.96	19.55
72	20.14	19.37	19.90	20.51	21.65	17.97
75	21.36	18.06	17.80	19.11	20.51	17.62
79	23.26	18.06	17.53	18.93	19.72	17.71
82	19.76	17.36	17.53	17.88	19.02	16.83
86	24.32	27.34	25.77	21.65	18.23	16.74
90	27.83	25.89	24.51	20.91	17.91	16.61
97	23.94	20.07	19.28	20.25	18.67	16.66
100	19.23	17.88	19.11	19.20	18.85	16.57
104	25.46	23.23	22.44	20.07	19.20	16.31

107	29.03	27.26	25.33	22.26	19.90	17.01
114	17.80	23.66	24.28	24.63	24.19	18.58
118	22.10	25.24	26.45	21.12	23.12	23.27
123	21.17	22.18	22.18	19.87	20.12	20.49
127	15.15	16.45	17.71	18.18	18.06	18.34
132	14.12	16.02	17.14	17.20	17.54	16.17
137	14.10	15.13	16.35	17.12	17.56	17.18
141	13.14	13.55	15.15	16.17	16.99	17.21
146	16.45	17.85	17.65	18.75	18.16	18.91
150	15.89	16.77	17.28	17.48	17.76	17.23
154	14.17	16.13	17.12	17.29	17.56	17.41
158	13.26	15.55	16.18	17.08	17.70	17.31

Cuadro A6. Contenido de humedad en base volumen para el Tratamiento 3 en los diferentes estratos de profundidad del suelo, durante el ciclo de cultivo. UAAAN 1998.

DDS	Estratos del perfil del suelo (cm)					
	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	100 – 120
1	26.80	25.94	24.50	25.50	28.41	28.41
10	18.55	21.58	21.20	23.13	21.64	25.56
26	19.99	21.39	21.65	22.88	23.14	24.02
31	16.11	18.32	19.46	21.65	22.79	23.14
34	25.31	22.88	19.64	21.12	22.70	22.35
39	22.42	21.12	18.85	20.42	22.00	22.96
45	16.34	18.15	18.06	19.99	21.91	22.44
49	25.84	20.07	16.92	18.93	20.42	22.09
52	20.67	18.58	17.36	19.99	21.74	23.49
59	15.66	16.83	16.57	17.62	20.07	21.39
63	24.25	17.18	16.66	17.79	19.37	21.56
66	26.83	25.15	19.90	17.27	19.46	20.69
69	22.88	22.35	19.46	18.76	20.95	21.47
72	16.11	18.58	19.20	18.58	19.90	21.12
75	22.19	19.46	17.45	18.41	20.07	21.39
79	22.27	25.07	26.47	21.83	23.05	22.00
82	19.69	18.76	17.71	17.45	18.50	19.72
86	20.67	24.80	18.85	16.22	17.09	18.15
90	17.41	20.16	17.80	16.39	17.62	19.11
97	20.22	17.53	16.31	16.57	18.32	18.67
100	14.82	15.69	16.92	16.31	17.01	17.97
104	14.59	16.04	16.57	15.87	16.92	17.27

107	19.84	16.92	15.87	15.87	16.48	18.23
114	8.95	18.58	18.41	15.61	16.31	17.18
118	22.23	25.35	26.80	21.98	23.16	23.56
123	21.47	22.12	22.36	19.19	20.80	20.56
127	15.82	16.69	17.92	18.31	18.01	18.97
132	14.56	16.05	17.03	17.52	17.69	16.54
137	13.50	15.03	16.99	17.02	17.21	17.09
141	13.21	13.58	15.02	16.55	17.00	17.10
146	16.82	17.93	17.92	18.31	18.01	18.97
150	15.09	16.70	17.20	17.25	17.24	17.45
154	14.16	16.02	17.01	17.21	17.27	17.49
158	13.87	15.78	16.17	17.00	17.47	17.26

Cuadro A7. Índice (m^2 hoja m^{-2}) y tasa (m^2 hoja m^{-2} día $^{-1}$) de área foliar de plantas, observados en el campo, del maíz. UAAAN 1998.

DDS	ETM-REF		Tratamiento2		Tratamiento 3	
	Indice	Tasa	Indice	Tasa	Indice	Tasa
20	0.05	0.004	0.05	0.004	0.05	0.004
32	1.27	0.102	0.87	0.069	0.81	0.064
42	1.95	0.068	1.86	0.099	1.82	0.101
53	3.83	0.171	3.54	0.153	2.99	0.106
64	3.93	0.009	3.83	0.026	3.09	0.009
81	4.21	0.016	4.03	0.012	3.39	0.018
96	4.52	0.021	4.42	0.026	4.09	0.047
113	4.80	0.016	4.77	0.021	4.42	0.019
126	5.12	0.025	4.82	0.004	4.74	0.025
136	5.05	-0.007	4.81	-0.001	4.69	-0.005
148	4.05	-0.083	3.79	-0.085	3.50	-0.099
158	3.20	-0.085	3.00	-0.079	2.80	-0.070

DDS.....= Días después de la siembra

ETM-REF.= Parcela que no tuvo déficit hídrico

T2.....= Parcela en la que se aplicó riegos de auxilio en las etapas vegetativa e inicio de floración.

T3.....= Parcela donde se aplicó riegos de auxilio en la etapa vegetativa

Cuadro A8. Acumulación (kg ha^{-1}) y tasa ($\text{kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) de materia seca en tallo en las tres condiciones de humedad del suelo durante el ciclo del cultivo de maíz. UAAAN 1998.

DDS	ETM-REF		Tratamiento2		Tratamiento 3	
	Acumulación	Tasa	Acumulación	Tasa	Acumulación	Tasa
0	4.10	0.34	4.10	0.34	4.10	0.34
32	151.79	12.31	142.60	11.54	110.40	8.86
42	419.43	26.76	522.48	37.99	312.39	20.20
53	2747.00	211.60	2738.22	201.43	2741.24	220.80
64	4593.23	167.84	4064.80	120.60	3519.87	70.78
81	5141.97	32.28	5159.28	64.38	4322.81	47.23
96	5250.00	7.20	5400.47	16.08	4901.35	38.57
113	10295.21	296.78	9135.70	219.72	8481.60	210.60
126	8796.64	-115.28	7810.29	-101.95	7291.08	-91.58
136	8692.00	-10.46	7750.76	-5.95	6890.20	-40.09
148	8171.83	-43.35	6729.75	-85.08	6314.00	-48.02
158	5859.72	-231.21	4575.00	-215.47	5127.78	-118.62

DDS.....= Días después de la siembra

ETM-REF.= Parcela que no tuvo déficit hídrico

T2.....= Parcela en la que se aplicó riegos de auxilio en las etapas vegetativa e inicio de floración.

T3.....= Parcela donde se aplicó riegos de auxilio en la etapa vegetativa

Cuadro A9. Acumulación (kg ha^{-1}) y tasa ($\text{kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) de materia seca en hoja en las tres condiciones de humedad del suelo durante el ciclo del cultivo de maíz. UAAAN 1998.

DDS	ETM-REF		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Acumulación	Tasa	Acumulación	Tasa	Acumulación	Tasa
0	12.30	1.03	12.30	1.03	12.30	1.03
32	432.01	34.98	427.80	34.63	391.40	31.59
42	603.57	17.16	721.52	29.37	488.61	9.72
53	1353.00	68.13	1288.58	51.55	1412.16	83.96
64	2250.00	81.55	2205.83	83.39	2202.05	71.81
81	3879.03	95.83	4053.72	108.70	3682.39	87.08
96	6609.77	182.05	6097.20	136.23	5505.43	121.54
113	4350.09	-132.92	3915.30	-128.35	3534.00	-115.97
126	2460.00	-145.39	2235.80	-129.19	2025.30	-116.05
136	1529.85	-93.02	1388.50	-84.73	1312.42	-71.29
148	1520.34	-0.79	1281.86	-8.89	1232.00	-6.70
158	1520.34	0.00	1281.86	0.00	1232.00	0.00

DDS.....= Días después de la siembra

ETM-REF.= Parcela que no tuvo déficit hídrico

T2.....= Parcela en la que se aplicó riegos de auxilio en las etapas vegetativa e inicio de floración.

T3.....= Parcela donde se aplicó riegos de auxilio en la etapa vegetativa

Cuadro A10. Acumulación (kg ha^{-1}) y tasa ($\text{kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) de materia seca en mazorca en las tres condiciones de humedad del suelo durante el ciclo del cultivo de maíz. UAAAN 1998.

DDS	ETM-REF		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Acumulació	Tasa	Acumulació	Tasa	Acumulació	Tasa
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
113	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
126	5248.00	403.69	4918.75	378.37	4185.62	321.97
136	8796.64	354.86	8011.61	309.29	7854.00	366.84
148	9312.09	42.95	8157.41	12.15	8202.62	29.05

DDS.....= Días después de la siembra

ETM-REF.= Parcela que no tuvo déficit hídrico

T2.....= Parcela en la que se aplicó riegos de auxilio en las etapas vegetativa e inicio de floración.

T3.....= Parcela donde se aplicó riegos de auxilio en la etapa vegetativa

Cuadro A11. Acumulación (kg ha^{-1}) y tasa ($\text{kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) de materia seca total en las tres condiciones de humedad del suelo durante el ciclo del cultivo de maíz. UAAAN 1998.

DDS	ETM-REF		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Acumulación	Tasa	Acumulación	Tasa	Acumulación	Tasa
20	16.40	1.37	16.40	1.37	16.40	1.37
32	583.80	47.28	570.40	46.17	501.80	40.45
42	1023.00	43.92	1244.00	67.36	801.00	29.92
53	4100.00	279.73	4026.80	252.98	4153.40	304.76
64	7500.00	249.38	7606.30	203.98	7103.40	142.59
81	9021.00	128.10	9213.00	173.08	8005.20	134.31
96	11203.00	189.25	10162.00	152.31	9025.30	160.11
113	14500.30	163.85	13051.00	91.37	11780.00	94.64
126	16400.00	143.03	14905.30	147.22	13502.00	114.34
136	19123.12	251.38	17356.20	218.60	16405.24	255.46
148	19004.26	-1.19	16023.21	-81.82	15400.00	-25.67
158	17934.76	-106.95	15468.89	-70.01	15099.97	-64.87

DDS.....= Días después de la siembra

ETM-REF.= Parcela que no tuvo déficit hídrico

T2.....= Parcela en la que se aplicó riegos de auxilio en las etapas vegetativa e inicio de floración.

T3.....= Parcela donde se aplicó riegos de auxilio en la etapa vegetativa

