

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS



T E S I S

**INFLUENCIA DEL ESTRÉS HÍDRICO EN
VARIABLES FENÓTIPICAS E INCIDENCIA DE
PLAGAS EN MAÍZ**

TOMÁS AARÓN VEGA GUTIÉRREZ

REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CULIACÁN, ROSALES, SINALOA, SEPTIEMBRE DE 2013

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR TOMÁS AARÓN VEGA GUTIÉRREZ BAJO LA DIRECCIÓN Y ASESORÍA DEL CONSEJO PARTICULAR INDICADO, APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR DE TESIS: _____
DR. TOMÁS DÍAZ VALDÉS

COORDIRECTOR: _____
M.C. GUADALUPE ALFONSO LÓPEZ URQUÍDEZ

ASESOR: _____
DR. LEOPOLDO PARTIDA RUVALCABA

ASESOR: _____
DRA. TERESA DE JESÚS VELÁZQUEZ ALCARAZ

ASESOR: _____
M.C. RAMÓN LIZARRAGA JIMÉNEZ

Culiacán, Rosales, Sinaloa, Septiembre de 2013.

CONTENIDO

Página

- I. INTRODUCCIÓN**
- II. PROBLEMA CIENTÍFICO**
- III. HIPÓTESIS**
- IV. OBJETIVOS**
 - 4.1. Objetivos generales
 - 4.2. Objetivos específicos
- V. REVISIÓN DE LITERATURA**
 - 5.1.1. Importancia del maíz en Sinaloa
 - 5.2. Importancia del maíz en Sinaloa
 - 5.2.1. Necesidades hídricas de los cultivos
 - 5.2.2. Uso agrícola del agua
 - 5.3. Estrés hídrico
 - 5.4. Riegos
 - 5.4.1. La evapotranspiración (ET)
 - 5.4.2. Programación de Riegos
 - 5.4.2.1. Riego por Goteo
 - 5.5. Plagas del cultivo del maíz
 - 5.5.1. Gusano cogollero
 - 5.5.2. Gusano elotero
 - 5.5.3. Mosca pinta
- VI. MATERIALES Y MÉTODOS**
 - 6.1. Descripción del sitio experimental.
 - 6.1.1. Localización del sitio del experimento.
 - 6.1.2. Caracterización del sitio de estudio.
 - 6.1.2.1. Clima.
 - 6.1.2.2. Suelo.
 - 6.1.2.2.1. Características físicas del suelo

6.2. Diseño experimental

6.2.1. Área experimental

6.3. Tecnología para el cultivo

6.3.1. Preparación del terreno

6.3.2. Siembra

6.3.3. Fertilización

6.3.4. Riegos

6.3.5. Muestreo de plagas

6.3.6. Cosecha

6.4. Variables de estudio

6.5. Eficiencia en el uso del agua

6.6. Análisis estadísticos

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VIII. CONCLUSIONES

IX. LITERATURA CITADA

RESUMEN

El estrés hídrico es uno de los factores abióticos más importantes que limitan el desarrollo de las plantas, y puede incrementar la incidencia de plagas en forma indirecta, lo que provoca un estrés biótico que impacta en la producción. El presente estudio tiene como objetivo determinar la influencia que tiene el estrés hídrico en el desarrollo de la planta de maíz y en la incidencia de plagas. El estudio se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, los tratamientos consistieron en reponer un porcentaje de la evapotranspiración real del cultivo (Etc) del maíz ($T_1= 100\%$, $T_2=80\%$, $T_3= 60\%$ y $T_4=40\%$), estimado mediante el modelo CropWat. Las variables evaluadas fueron longitud de mazorca, diámetro de mazorca y tallo, altura de la planta, peso de 1000 granos, número de plantas dañadas por gusano cogollero (*Spodoptera exigua*) y gusano elotero (*Heliothis zea*). Las variables fenotípicas longitud de mazorca, diámetro de mazorca y tallo y altura de planta se vieron afectadas significativamente por el estrés abiótico. De igual manera el peso de mil granos con el tratamiento 100% de Etc fue 39.05% superior al tratamiento de 40% Etc. Aunque no existió diferencia significativa entre los tratamientos en el número de hojas dañadas en la planta de maíz por el gusano cogollero y elotero, sin embargo, numéricamente las plantas con mayor grado de estrés (40 y 60% Etc), muestran un mayor daño en las hojas de maíz.

Abstrac

Water stress is one of the most important abiotic factors limiting plant growth and may increase the incidence of pests indirectly, causing a biotic stress impacting production. The objective of this study was to determine the influence of water stress on the development of the corn plant and pest incidence. The study was conducted at the Faculty of Agriculture of the Autonomous University of Sinaloa, Mexico, Design was a randomized complete block design with four replicates, Treatments consisted of replacing a percentage of actual crop evapotranspiration (Etc) corn (T1 = 100%, T2 = 80%, T3 = 60% and T4 = 40%), the model estimated by Crop Wat. The variables evaluated were ear length, ear diameter and stem, plant height, thousand grain weight, number of plants damaged *Spodoptera exigua* and *Heliothis zea*. The phenotypic variables ear length, ear diameter and stem and plant height were significantly affected by abiotic stress, just as the thousand kernel weight with tratamiento 100% of Etc was 39.05% above the treatment 40% Etc. although there was no significant difference between the treatment in the number of leaves in the plant damaged by *Spodoptera exigua* and *Heliothis zea*, however, plants numerically greater stress (40 and 60% Etc) show greater impairment in corn leaves.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*, L.) constituye uno de los principales alimentos en la dieta de la población latinoamericana, donde la mayor parte de la energía y proteína que se consume en esta región proviene de este cultivo (Blanco y Leyva, 2009), el grano de maíz es básico en la dieta del mexicano, es el principal cultivo de irrigación y representa el 49% de la producción agrícola nacional (Guevara *et al.*, 2005; SIAP, 2011).

En México se siembran anualmente más de 7 millones de hectáreas con maíz, en una amplia diversidad de ambientes, los cuales se distribuyen desde el nivel del mar hasta los valles altos (Preciado *et al.*, 2005; SIAP, 2011), ocupa la mayor superficie cultivada anualmente mayormente en temporal (85%), y el 15% restante es de riego. Sinaloa es el principal estado productor de maíz con una superficie sembrada mayor a 560 mil hectáreas y representa el 48 % de la superficie sembrada en el estado (Ojeda *et al.*, 2006; SIAP, 2011), sin embargo, uno de los factores limitantes para la producción de maíz es el agua.

El estrés hídrico es uno de los factores abióticos más importantes que limitan el crecimiento y el rendimiento de las plantas, puede inducir diferentes efectos sobre los cultivos, lo cual depende de la duración y severidad del mismo, y el estado de desarrollo de las plantas (Ruscitti *et al.*, 2007). Cuando ocurre en etapas tempranas del desarrollo reproductivo se manifiesta en una reducción del número de granos, debido principalmente a la absorción del ovario o esterilidad del polen; esto a causa de que inhibe la fotosíntesis y disminuye el flujo de fotosintatos a los órganos en desarrollo (Avendaño *et al.*, 2008), lo cual provoca en una reducción en el peso del grano.

En muchas especies de interés como el maíz se han estudiado las alteraciones que el estrés hídrico provoca en diferentes etapas fenológicas, teniendo un impacto final en los componentes del rendimiento y la incidencia de plagas (Avendaño *et al.*, 2008). Según Ojeda *et al.*, (2006) consideran que los efectos

más críticos del estrés hídrico en maíz, se manifiestan en las etapas de la floración y el jiloteo.

II. PROBLEMA CIENTÍFICO:

Por lo anterior nos planteamos el siguientes problema científico, ¿Cómo afecta la disminución de la Evapotranspiración real (ET_r), en la producción y el daño por plagas en el maíz?

III. HIPÓTESIS

El estrés hídrico influye en una menor producción y tiene una mayor influencia en la incidencia de plagas en el cultivo del maíz.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Conocer el efecto que tiene la disminución de la evapotranspiración en el comportamiento de la planta de maíz y la presencia de plagas

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el comportamiento fenotípico del cultivo del maíz sometido a cuatro niveles de ETr.
- Cuantificar el efecto provocado en la producción de maíz debido al manejo del riego mediante cuatro niveles de ETr.
- Determinar el porcentaje de daño en la planta de maíz por plagas debido al efecto de cuatro niveles de ETr.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Importancia del maíz a nivel nacional.

El maíz es el producto agrícola más importante en México; es base de una gran cultura y su producción básicamente se centra en el maíz blanco. Al ser el principal alimento de los mexicanos, dio origen a alimentos como la tortilla y numerosos derivados de consumo cotidiano (germen, aceite comestible, fibra dietética, etc.) que nutre al pueblo mexicano (Aguirre, 2002). También, uno de los productos que en los últimos años ha tenido gran importancia, y que se obtiene del maíz, es el etanol, usado como combustible (Ortega y Ochoa, 2003).

La producción de maíz en nuestro país ha estado influenciada principalmente por las condiciones ambientales, de tal manera, la gran importancia que tiene este grano en la dieta de los mexicanos ha llevado a que este se cultive a lo largo y ancho del territorio nacional, de esta manera Jalisco, Estado de México, Sinaloa, Chiapas y Michoacán, aportan poco más del 50 % de la producción nacional, la cual representa más de dos tercios del valor neto de la producción agrícola, por lo tanto cabe destacar que el estado que más contribuye en la producción de maíz en México en el ciclo agrícola otoño-invierno es Sinaloa, como ejemplo, en el ciclo otoño-invierno 2010/2011, su producción representó aproximadamente el 65 % de la producción total de maíz de México (Aguirre, 2002; SIAP, 2013).

El maíz abarca la mitad del total de la superficie de todos los cultivos, por lo tanto prácticamente 3 millones de personas trabajan en el cultivo de maíz (más del 40 % de la fuerza de trabajo del sector agrícola) y cerca de un 8 % del total de la fuerza laboral en México (Blanco *et al.*, 2005). El 68 % de todo el maíz se utiliza directamente como alimento. El consumo *per cápita* de maíz en México es de 127 kg anuales (Inzunza *et al.*, 2005).

5.1.2. Importancia del maíz en Sinaloa

El maíz es la especie que más se cultiva en Sinaloa de tal manera, la producción y el rendimiento han aumentado, debido a factores como el riego, la alta tecnología y la semilla híbrida, debido a esto, Sinaloa se ha colocado actualmente como el principal estado productor de maíz en México (Aguilar, 2004).

El uso de la tecnología empleada en la producción se traduce en rendimientos que oscilan entre 10 y 15 t ha⁻¹ (SIAP, 2013). El cultivo de maíz blanco en Sinaloa se incrementó en los últimos años, de 192,000 a 437,792 hectáreas sembradas; de igual manera, su producción se incrementó de 1, 525,000 a 4, 273,000 toneladas; de esta actividad productiva dependen cerca de 25 mil productores; la producción anual promedio en el ciclo agrícola 2010-2011 fue de 4.4 millones de toneladas, con rendimiento promedio de 9.8 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2006; SIAP, 2012).

El comportamiento de la superficie agrícola sembrada, así como el mejoramiento de la producción media del sistema de agricultura intensiva, se le puede atribuir a un elevado uso de fertilizantes y pesticidas, además del uso de semillas híbridas y al riego (Beraud, 2001; De Ita, 2003), por lo que la liberación comercial comprometida con el TLCAN presiona a los productores comerciales de granos básicos de Sinaloa, a obtener niveles de productividad similares a los de Estados Unidos (De Ita, 2003).

Por tanto, no es sorprendente que los impactos negativos en el medio ambiente de los Estados Unidos por la producción industrial del maíz (elevado uso de sustancias químicas y uso de agua a niveles no sustentables en plantaciones sometidas a un intenso regadío) sea un fiel reflejo de lo que sucede en Sinaloa (Blanco *et al.*, 2005). Además, del empobrecimiento de suelos que provoca la agricultura intensiva en Sinaloa, también resulta preocupante la contribución contaminante de esta actividad en los cuerpos de agua, debido a los residuos de nitratos, entre otros nutrientes (Karam y Beraud, 2003).

Derivado de la importancia que tiene el agua en la producción del maíz, es primordial realizar un uso adecuado de este recurso, por ser escaso en Sinaloa, por lo que esto ha provocado establecer solamente un cultivo por año (de Ita, 2003; Karam y Beraud, 2003).

Por tanto, la agricultura intensiva de Sinaloa depende directamente de la disponibilidad de agua, por lo que se recomienda que el Estado deba de invertir en investigación sobre tecnología que reduzca el uso de químicos y energía, e impulse políticas que estimulen el uso de tecnologías sustentables (de Ita, 2003).

Los estímulos a los productores agrícolas pueden promover la adopción de tecnologías innovadoras que sean menos dañinas para el ambiente, como sistemas de riego por goteo diseñados para reducir el uso de agua y optimizar el uso de fertilizantes (Mayrand *et al.*, 2003).

5.2. Importancia del agua en la planta

El maíz es uno de los cereales de mayor potencial de producción de granos, lo cual para lograr efectivamente dicho potencial, todos los factores productivos deben estar en su óptimo nivel y en armonía entre sí, dentro de los factores productivos, el agua sin lugar a dudas, es uno de los más importantes, no solo por su efecto directo en los procesos fisiológicos que hacen el crecimiento y producción del cultivo, sino también a través de la incidencia que tiene sobre la efectividad de otros factores como la fertilización, incidencia de plagas y el control de malezas (Cardenillo, 1995).

En las zonas semiáridas y semihúmedas, en ciertos años las lluvias pueden ser suficientes para el ciclo completo de un cultivo, pero otras veces resulta insuficiente generando problemas en el cumplimiento de dicho ciclo y sobre todo en el rendimiento (Luque y Paoloni, 1994).

En un área determinada las precipitaciones varían “en el tiempo” y “en el espacio”, es decir, puede haber lluvias a destiempo y no cuando se necesitan en forma periódica, o dicha lluvia puede producirse no en toda el área, sino en parte de ella o en áreas vecinas, por esta razón, es posible asegurar la provisión de agua al terreno mediante el riego complementario (Luque y Paoloni, 1994).

5.2.1. Necesidades hídricas de los cultivos

La necesidad de agua de riego es la cantidad de agua que debe aportarse a un cultivo para asegurar que recibe la totalidad de sus necesidades hídricas o una fracción de terminada de éstas, así como también, el riego es la única aportación de agua de que se dispone, la necesidad de agua de riego será al menos igual a las necesidades hídricas del cultivo, siendo mayor cuando existen pérdidas (escorrentía, percolación, falta de uniformidad en la distribución, etc.), y menor cuando la planta puede satisfacer sus necesidades hídricas a partir de otros recursos (lluvia, reservas de agua en el suelo, etc.) (FAO, 2007).

Para poder planificar los riegos, tanto en lo que se refiere a la frecuencia como a la dosis, es necesario conocer las necesidades hídricas de los cultivos para un desarrollo óptimo, para ello según la FAO (1986) considera que esta cantidad corresponde con *"el nivel de evapotranspiración de un cultivo libre de enfermedades y creciendo en un terreno de superficie superior a 1 ha en unas condiciones óptimas de suelo (ETc)"*, dichas necesidades se miden en mm/día y van a depender en cada momento de diversos factores: condiciones meteorológicas, características del suelo y del propio cultivo (especie, variedad, estado fenológico, adaptación al hábitat de cultivo, etc.), de tal manera, para su cálculo, en primer lugar hay que determinar la evapotranspiración de referencia (ETo), que para ello pueden emplearse diversos métodos, que requieren la medición de distintos datos climatológicos: Penman, Blaney-Criddle, medición de la radiación solar, medición de la evaporación de un tanque evaporimétrico, etc.

Una gran parte del agua consumida por los cultivos es liberada a la atmosfera por la transpiración por la cual se evapora agua a través de las estomas de las hojas, de tal manera que la cantidad de agua que la planta transpira por las hojas es del alrededor del 99% del agua que la planta absorbe por las raíces y solo el 1% forma parte de constitución de la planta (Rivetti, 2007)

5.2.2. Uso agrícola del agua

El agua es el principal factor que limita los rendimientos de los cultivos en la mayoría de las regiones del mundo, es por ello que su uso y forma de irrigación se debe de planificar para garantizar su futura disponibilidad (Zamora, 2011).

En la actualidad, el término productividad agrícola está muy relacionado con el de la productividad del agua, esto se refiere a la relación estrecha entre el volumen de alimentos producidos con respecto al agua utilizada. Uno de los principales factores responsables de este incremento ha sido el aumento en los rendimientos, es decir, varios cultivos incrementaron enormemente su rendimiento sin aumentar el consumo de agua, e incluso, en ciertos casos, con menos agua (Andrade *et al*, 2000).

La importancia de la agricultura de riego radica en los mayores rendimientos obtenidos. Se calcula que en las superficies de riego el rendimiento se incrementa entre el 100 y 300 por ciento con respecto a cultivos que se establecen en zonas de temporal, incluso en donde se utilizan bajos insumos agrícolas siguen siendo más productivas que la agricultura de temporal con elevado uso de insumos. En los países en desarrollo, la introducción de nuevas tecnologías es de vital importancia, ya que con ello se contribuye en aumentar la productividad en cuanto a la producción de alimentos y a un aumento en los ingresos que se derivan de esta actividad agrícola (FAO, 2004).

5.3. Estrés hídrico

Las plantas son organismos vivos que expresan una respuesta fisiológica a los cambios en el balance dinámico del sistema suelo-planta-atmósfera (Gurovich y Gratacos, 2002). Las relaciones entre el agua y la planta se expresan por la transpiración, que corresponde a la evaporación del agua desde las hojas hacia la atmósfera, la mayoría del agua transpirada proviene del suelo, de donde es extraída por las raíces según las necesidades que están determinadas por la demanda de la atmósfera (Ducrocq, 1990).

El xilema es el tejido encargado de conducir el agua y nutrientes minerales desde las raíces, y repartirlos hacia el resto de los órganos de la planta llegando a las hojas donde se pierde por transpiración a través de los estomas (Barceló *et al.*, 1988). El movimiento de agua en estado líquido está determinado por la diferencia de potencial hídrico, mientras que al encontrarse en estado gaseoso este movimiento es proporcional al gradiente de concentración de vapor de agua (Sánchez *et al.*, 2000).

Cuando la pérdida de agua por transpiración es mayor que la absorción de agua desde el suelo se produce un estrés hídrico (Salisbury y Parke, 1968), lo que se traduce en reducciones en el crecimiento, tanto en los órganos vegetativos como en los reproductivos. Déficits hídricos durante la floración determinan escasa viabilidad del polen, y por consiguiente un escaso llenado de granos (Martínez *et al.*, 2000).

El agua es el factor que más comúnmente limita la producción de maíz en las zonas tropicales, la sequía durante la etapa de establecimiento del cultivo puede matar las plantas jóvenes y reducir la densidad de población por lo tanto, el principal efecto de la sequía en el período vegetativo es reducir el crecimiento de las hojas, de tal modo que el cultivo intercepta menos radiación solar, así mismo, alrededor de la floración (desde unas dos semanas antes de la emisión de estigmas hasta dos semanas después de ésta), el maíz es muy sensible al estrés

hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante ese período, de esta manera el maíz necesita por lo menos 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo de cultivo (CEVACU, 1985).

Un periodo de sequía durante la vida de las plantas puede ocasionar reducción en el rendimiento de grano (Betran *et al.*, 2003), sobre todo si ocurre durante la floración y el llenado de grano (Bruce *et al.*, 2002). También se puede reducir la producción de biomasa (Banziger *et al.*, 2000), en forma proporcional a la reducción del rendimiento de grano (Bolaños y Edmeades, 1993).

La reducción del rendimiento de grano está asociado con una disminución del peso individual del grano (Westgate, 1994), del número de granos por mazorca (Schussler y Westgate, 1994) o de ambos (Ne Smith y Ritchie, 1992). La magnitud de la reducción depende de la intensidad y duración del estrés hídrico y de la etapa fenológica en la que se presente (Cakir, 2004).

La magnitud de las pérdidas depende de la oportunidad, intensidad y duración del estrés y se manifiesta a través de la disminución de la cantidad de espigas por planta y de un menor número de granos en la espiga. Si la sequía en la floración es muy severa y el cultivo es sensible al déficit hídrico, se puede llegar a la esterilidad de plantas (Fernandez *et al.* 1958).

El estrés hídrico tiene efectos sobre muchos procesos vitales, los cuales son, casi siempre negativos, donde los más notables son las reducciones del tamaño de la planta, de la superficie foliar, bajo rendimiento y afectar el conjunto de funciones fisiológicas: fotosíntesis, nutrición mineral, transporte asimilados, morfogénesis, etc. (Doorenbos y Kassam., 1980).

El estrés hídrico en los cultivos es un proceso dinámico y sus efectos en el crecimiento y rendimiento dependen de la intensidad, duración y momento en que

éste se produce durante el desarrollo del cultivo (Hsiao *et al.*, 1976). Por ello, el conocimiento de la respuesta de los cultivos al déficit hídrico producido en momentos concretos de su ciclo de cultivo y con frecuencias y dosis de riego similares a las que se dan localmente es de gran utilidad para el establecimiento de estrategias óptimas de riego en condiciones limitantes de agua de riego (Doorenbos Y Pruitt, 1977).

Los efectos de un estrés hídrico severo, producido por la suspensión total del riego en alguna de las fases del cultivo del maíz, han sido ampliamente estudiados (Robins y Domingo, 1953; Denmead y Shaw, 1960; Scheierling *et al.*, 1997). Los resultados de estos trabajos confirman la idea generalizada de que la fase de floración es la más sensible al estrés hídrico (NeSmith *et al.*, 1992a; NeSmith *et al.*, 1992b; Otegui *et al.*, 1997).

Las plantas viven en ambientes complejos donde interactúan con varios organismos nocivos, tales como insectos herbívoros (Pieterse y Dicke 2007). Además, las plantas en la naturaleza están expuestas a múltiples factores de estrés abiótico (por ejemplo, deficiencia de nutrientes, temperaturas y sequía), algunos de los cuales se prevé que aumentará en intensidad con el cambio ambiental global (Tylianakis *et al.*, 2008). Los factores abióticos pueden afectar el tamaño de la población, la dinámica de la comunidad y la fisiología de los diferentes organismos, como las plantas y los insectos herbívoros (Pineda *et al.*, 2010).

La falta de agua en las plantas es un factor importante en los brotes de insectos herbívoros (Huberty, 2004). Los primeros informes del aumento de insectos herbívoros en plantas bajo estrés hídrico se basan principalmente en estudios no experimentales y se remontan a principios de los años 1920 (Mattson y Haack, 1987), donde se observaron brotes de psílicos en los árboles de eucalipto con escases de agua, formulando la hipótesis del estrés de la planta, que afirma cambios en la fisiología, lo cual el nitrógeno disponible aumenta principalmente

cuando las plantas sufren estrés hídrico, por lo cual el metabolismo de las plantas se deteriora y la síntesis de aminoácidos aumenta y la de proteínas se disminuye (Hsiao 1973 ; Brodbeck y Strong 1987).

Además algunas plantas con escasas de agua acumulan osmoprotectores que contienen nitrógeno para compensar la baja presión osmótica (Aspinall y Paleg 1981). Debido a que el nitrógeno es generalmente limitante para muchos insectos herbívoros el aumento de nitrógeno disponible en la planta durante los períodos de estrés hídrico mejora del crecimiento y la reproducción de los insectos fitófagos y promueve así el aumento de la población (Mattson 1980; White, 1993).

Al respecto, (Lorimer, 1980) expresó que los factores de estrés medioambiental, como las fluctuaciones de temperatura y la sequía, afectan a los insectos porque reducen la variabilidad fenotípica en la población de sus plantas hospedantes, lo cual puede desencadenar simultáneamente respuestas metabólicas y fisiológicas entre plantas individuales, lo cual resulta en una rápida selección de poblaciones de los insectos fitófagos que se pueden reproducir exitosamente en estas plantas y originar un brote.

La sequía prolongada, al igual que otros fenómenos derivados del calentamiento global, favorecerá más a las especies de insectos que son invasoras que a las nativas y establecidas, ya que están adaptadas a mayores extremos de temperatura y, por tanto, muestran una mayor plasticidad ecológica. De igual forma, algunas especies de insectos fitófagos, sean plagas o no, se irán incrementando, mientras otras se debilitarán o reducirán su desarrollo, pero el efecto final será el aumento de la presión de las plagas sobre los cultivos (Vázquez *et al*, 2009).

5.4. Riegos

El agua está entre los factores relevantes del medio que tienen relación con la producción de cosechas (Larque, 1989). El riego tiene como propósito fundamental aumentar el rendimiento de las cosechas, mediante el suministro oportuno y suficiente de agua de acuerdo a las necesidades fisiológicas de la planta, así como por la distribución de los fertilizantes solubles (Rojas, 1981).

El maíz es el principal grano en la dieta mexicana, y también es la especie más irrigada, sin embargo, la escasez de agua es grave en México y la seguridad alimentaria no puede mantenerse sin irrigación (Guevara *et al.*, 2005).

A través de estudios realizados en México sobre el efecto producido por el agua en el rendimiento de maíz, se conoce que esta planta es muy sensible a la deficiencia de humedad; sin embargo, esta deficiencia reduce más el rendimiento de grano cuando ocurre durante el espigamiento (floración), y la primera parte de la formación de grano conocida como jiloteo (Mendoza *et al.*, 2003; CEVACU, 2003; Ojeda *et al.*, 2006).

La agricultura de riego es el principal factor de desarrollo de zonas áridas y semiáridas de México; sin embargo, las sequías recurrentes y la competencia por el agua son la principal amenaza al desarrollo en estas zonas; por tanto, la agricultura de riego debe disminuir los volúmenes aplicados sin una merma significativa en los rendimientos, aplicando una estrategia integral de su manejo para incrementar rendimientos en condiciones de baja disponibilidad y alta competencia por agua (Ojeda *et al.*, 2006).

5.4.1. La evapotranspiración (ET)

La evapotranspiración es la combinación de los procesos de transferencia de agua a la atmosfera tanto del suelo como de la planta (IMTA, 1999), el cálculo de la misma es un procedimiento complicado porque incluye al cultivo, el suelo y las condiciones ambientales, se han desarrollado ciertos conceptos para evaluar en forma parcial la evapotranspiración (ET). Uno de ellos es la evapotranspiración de referencia (ET_o), que se define como la cantidad de agua que se transfiere de un suelo que está constantemente húmedo, con un cultivo de referencia de cobertura total y condiciones ideales de crecimiento, y está en función de la radiación neta, humedad relativa, temperaturas máximas y mínimas y la velocidad del viento. (Romero, M. 2009).

$$ET_o = \frac{\Delta (R_n - G) + \gamma^* M_w (e_s - e_d)}{\lambda (\Delta + \gamma^*) + R K r_v (\Delta + \gamma^*)}$$

Dónde:

ET_o= evapotranspiración de referencia, kg m⁻² s⁻¹ ó mm s⁻¹

R_n= radiación neta (kw m⁻²)

G= flujo térmico del suelo (kw m⁻²)

M_w= masa molecular del agua (0.018 Kg mol⁻¹)

R= constante universal de los gases (8.3* 10⁻³ KJ mol⁻¹ K⁻¹)

K= temperatura en gradis Kelvin (constante) (273°K)

e_s - e_d= déficit de presión de vapor de agua (kpa)

λ= calor latente de vaporización del agua (constante) (2450 KJ Kg⁻¹)

r_v = resistencia al flujo de vapor en la cubierta vegetal (s m⁻¹)

Δ = pendiente de la función de presión a vapor a saturación (Pa °C⁻¹)

γ* = constante psicométrica aparente (Pa °C⁻¹)

Los cálculos se pueden realizar mediante el programa CROPWAT que es un programa informático que utiliza el método de la FAO Penman-Monteith para determinar la evapotranspiración de los cultivos (ET) (Romero, 2009).

5.4.2. Programación de Riegos

La programación de riego se determina a través de un conjunto de procedimientos y técnicas, con lo cual se define la cantidad de agua a aplicar a las plantas cultivadas para un desarrollo, crecimiento y producción óptima, estableciendo los volúmenes y fechas apropiados de los riegos a lo largo del ciclo fenológico del cultivo, por lo tanto, para una adecuada programación es importante determinar el sistema de riego que se utilizará, en la actualidad existen muchas opciones, dependiendo del cultivo, suelo y clima, entre otros factores (Gratacos y Gurovich, 2003).

5.4.2.1. Riego por Goteo

El riego por goteo es la aplicación frecuente de agua filtrada al suelo en pequeñas cantidades a través de una red de tuberías y dispositivos especiales denominada "emisores", ubicadas a lo largo de la línea de distribución, de esta manera el agua es conducida desde la fuente a cada planta, y por lo tanto se eliminan totalmente las pérdidas por conducción y se minimizan aquellas por evaporación de tal manera, que con este método se pretende controlar bajo adecuadas condiciones de diseño, operación y manejo, el patrón con que el agua se distribuye en el suelo generando en la zona radicular del cultivo un ambiente con características físicas, químicas y biológicas que permitan mayores rendimientos (Holzapfel, 2003).

5.5. Plagas del cultivo del maíz

El cultivo del maíz se ve afectado por diversos factores que limitan su producción, entre ellos se encuentran las plagas, que pueden atacar el cultivo en cualquier etapa de desarrollo, causando grandes pérdidas económicas, y perjudicando al productor ya que disminuyen el rendimiento y la calidad del producto, de tal manera, para llevar a cabo un manejo racional de las plagas, el primer paso es

identificar el insecto plaga, solo de esta manera se puede tomar la decisión de controlar la plaga y además escoger la mejor alternativa de combate (Negrete. 2003).

5.5.1. Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptero: Noctuidae)

El Gusano cogollero ataca el cogollo y frutos del maíz, también causa daños considerables barrenando en la base del tallo de las plántulas, causándoles la muerte de los cogollos. Cuando esto ocurre, frecuentemente la plaga se confunde con los gusanos trozadores (Negrete. 2003).

El gusano cogollero es una plaga polífaga que causa pérdidas económicas considerables, su hospedante preferencial es el maíz, al que ataca en todas las etapas de crecimiento de la planta, se caracteriza por atacar el cogollo y elotes del maíz, también causa daños considerables barrenando en la base del tallo de las plántulas, causándoles la muerte de los cogollos y provocando que tengan que hacerse resiembras, sobretodo en terrenos poco cultivados (Nexticapan, 2009).

El gusano cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas, en esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Negrete. 2003).

5.2.2. Gusano elotero *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidóptero: Noctuidae)

El gusano elotero es una de las plagas de mayor importancia agrícola, debido a la diversidad de cultivos que ataca y por las fuertes pérdidas que provoca directamente a los frutos o semillas que se van a cosechar, ataca una gran diversidad de plantas cultivadas dentro de las que se destacan: algodón, tomate, tabaco, maíz, sorgo, soya, sandía, melón, pepino, garbanzo, cártamo. Se le

nombra gusano elotero cuando ataca maíz, gusano del fruto, si se encuentra en chile, tomate o calabaza, gusano de la bolsa cuando ataca garbanzo y gusano del capítulo cuando lo hace en cártamo o girasol (Abanto, *et al.*, 2002).

Los daños son causados por las larvas, mismas que se alimentan de los granos de la punta del elote del maíz, aunque en la mayoría de los casos no destruyen completamente los frutos al alimentarse, además facilitan la penetración de diferentes microorganismos que son responsables de la pudrición de los frutos (Smith, *et al.*, 1992)

El consumo directo de la larva produce otros efectos negativos, cuyo daño es a veces mucho más severo que el propio consumo del insecto, por ejemplo; la acumulación de los excrementos del insecto provoca la proliferación de microorganismos que fácilmente producen la pudrición de la mazorca, por lo tanto este hecho se agrava cuando ocurren lluvias durante la fase de maduración del grano (Abanto, *et al.*, 2002). Al entrar la larva a la mazorca, facilita la entrada de otros insectos, como *Euxesta sp.* y *Pagiocerus frontalis Fabr.* ó “gorgojo” (llamado erróneamente “polilla”), que ocasionan severos daños al grano, asimismo, al entrar la larva a la mazorca, deja un orificio fácilmente penetrable por el agua de lluvia, de tal manera, la mazorca se convierte en una especie de cámara de multiplicación de los microorganismos que producen su pudrición (hongos de los géneros *Fusarium*, *Gibberella*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Physalospora*, *Nigrospora*) (Smith, *et al.*, 1992)

5.2.3. Mosca pinta *Euxesta stigmatis* (Díptera: Otitidae)

La mosca de pinta es una plaga del maíz reportada en el noroeste de México desde hace muchos años, aunque como plaga indirecta, ya que se alimenta del excremento del gusano elotero *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidóptera: Noctuidae) y por consecuencia daña los granos tiernos. Sin embargo, en los últimos años, este insecto ha adquirido una creciente importancia como plaga de daño directo, de tal manera, que destruye el grano de maíz para alimentarse, sobretodo en

temporada primavera-verano, probablemente porque en dicho período las condiciones climáticas le son más favorables (Cortez *et al.*, 2008).

Las moscas depositan masas de huevecillos en los canales de los estigmas que emergen de los jilotes, al final de estos, cerca del ápice del jilote; próximos a los orificios de entrada originados por larvas de gusano elotero o de gusano cogollero en el maíz (García *et al.*, 2009).

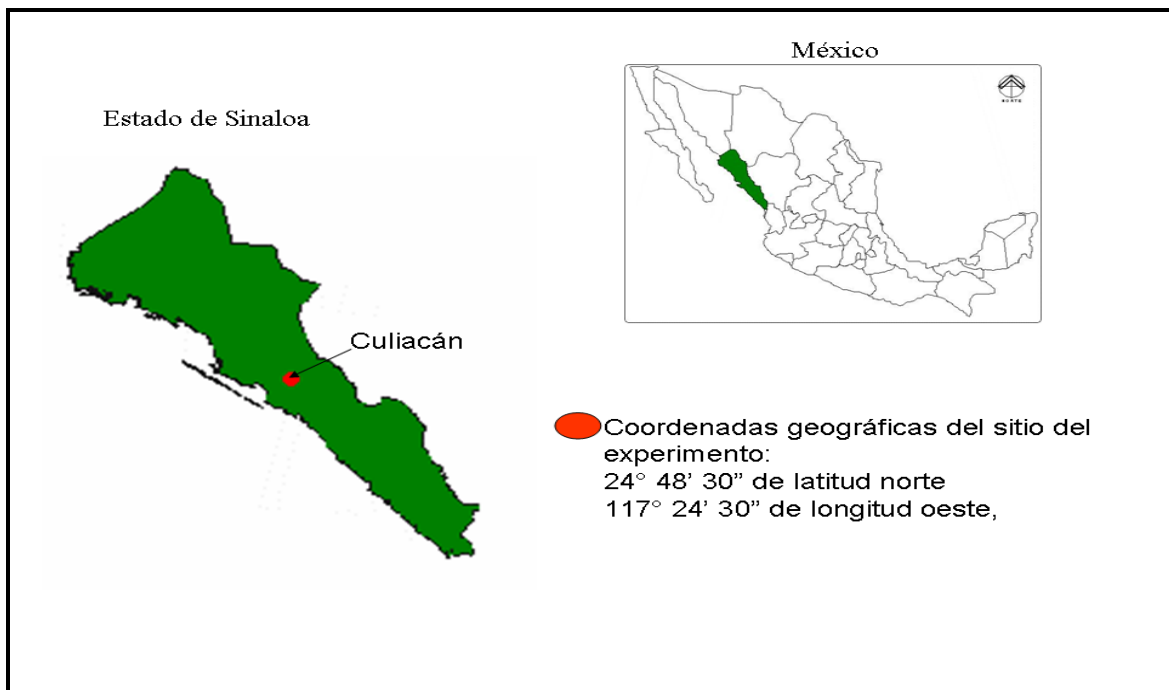
Las larvas recién emergidas inician alimentarse en la base de los estigmas que con el daño se tornan de color café bronceado y después las larvas penetran el pericarpio, y se alimentan el endospermo del grano en desarrollo, por lo tanto, al alimentarse de la punta del elote provocan áreas sin grano; en ocasiones el daño del insecto se puede encontrar en diferentes partes de la longitud de la mazorca y en áreas aisladas (Cortez *et al.*, 2008). El daño de la mosca propicia la presencia de hongos que pudren los granos afectados principalmente en la fecha de siembra primavera-verano que son de febrero a marzo. Las larvas también se les pueden encontrar alimentándose en las espigas del maíz (Vázquez *et al.*, 2006).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Descripción del sitio experimental.

6.1.1. Localización del sitio del experimento.

El experimento se efectuó en el ciclo agrícola 2011-2012, en los terrenos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, mismos que están ubicados en el kilómetro 17.5 de la carretera Culiacán-Mazatlán, municipio de Culiacán, Sinaloa, México, a los 24° 48' 30" de latitud norte y 117° 24' 30" de longitud oeste, con altitud de 38 m.s.n.m. (Díaz *et al.*, 2007).



6.1.2. Caracterización del sitio de estudio.

6.1.2.1. Clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por García (1973), el tipo de clima es BS₁ (h') w (e), descrito como clima semiárido con lluvias en verano,

presencia de lluvias invernales, precipitación media anual de 525.8 mm, temperatura media anual de 24,8 °C, presentándose la máxima de 41 °C en verano y la mínima de 3 °C en invierno (CNA, 2005).

6.1.2.2. Suelo.

El suelo fue clasificado de acuerdo a la FAO como Vertisol Crómico, corresponde a la serie Potrero; con profundidad total de 2 m; se caracteriza por tener una estructura columnar, formando grietas profundas hasta de 60 cm, está constituido principalmente por arcilla; del tipo 2:1, su coloración en seco es gris oscuro que al humedecerse se vuelve gris; la pendiente es regular con drenaje regular; es pobre en nitrógeno (Parra, 1995).

6.1.2.2.1. Características físicas del suelo

Las características físicas del suelo fueron determinadas en el laboratorio de Suelos y Agua de la Facultad de Agronomía de la UAS. Aquí se describen los métodos empleados para las variables físicas. La Densidad aparente (D_a) se calculó antes de la siembra con el método de la barrena (cilindro o anillos)

Textura. Se determinó antes de sembrar con el método del hidrómetro de Bouyoucus (Aguilera y Martínez, 1980); Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, 2002).

Características químicas del suelo. Se determinaron previos a la siembra, en el laboratorio de Suelos y Agua de la Facultad de Agronomía de la UAS. Las profundidades de muestreo para determinar estas propiedades fueron de 0-30 y 30-60 cm. Las muestras de suelos se secaron a una temperatura ambiente, se molieron y tamizaron utilizando una malla No. 10 (con orificio de 2 mm). Posteriormente se describen los métodos empleados para las variables químicas: Materia orgánica. Se calculó por el método propuesto por Walkley y Black (Jackson, 1964; Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, 2002).

Conductividad Eléctrica (CE) y pH. La determinación de la CE se cuantificó del extracto de saturación en una relación de 1:2 suelo y agua (Aguilar et al., 1987; Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT- 2000, 2002), la cuantificación se realizó con un conductímetro modelo Soul-Bridge.

El pH se determinó con un potenciómetro, utilizando la solución de CaCl₂ 0.01 M (Aguilar et al., 1987; Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000,2002).

Las propiedades físicas y químicas del suelo a dos profundidades se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas del suelo del área experimental.

Características	Unidades	Profundidad (cm)	
		0-30	30-60
Materia orgánica	%	0.96	0.80
pH	-----	7.92	8.10
C.E	dS m ⁻¹	0.54	0.51
N-NO ₃	mg kg ⁻¹	14	8.6
P-PO ₄	mg kg ⁻¹	95.20	136.64
K	kg ha ⁻¹	1442	1155
Tamaño de partículas			
Arcilla	%	43.26	45.26
Limo	%	17.78	10.96
Arena	%	38.96	43.29
Textura	-----	Arcillosa	Arcillosa

6.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones (Steel y Torrie, 1988). Los tratamientos consistieron en reponer un porcentaje de la evapotranspiración real del cultivo (Etc) del maíz ($T_1= 100\%$, $T_2=80\%$, $T_3= 60\%$ y $T_4=40\%$).

6.2.1. Área experimental

La unidad experimental fue de 0.6528 ha, que consistió en 68 surcos de 120 m de largo. Se utilizaron los dos surcos centrales para evaluar cada tratamiento. Se tomaron 10 plantas por cada tratamiento para su evaluación.

6.3. Tecnología para el cultivo

6.3.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en voltear el suelo con un arado de vertedera, se aplicaron dos rastreos con una rastra de discos, y se marcó, el trazo de surcos fue a 0,80 m de distancia entre sí.

6.3.2. Siembra

El día 16 de enero de 2012 se realizó la siembra, se depositaron 7 semillas por metro lineal para garantizar una población de 90,000 plantas por hectárea. El material vegetativo fue el híbrido 30P49 de la compañía Pioneer.

6.3.3. Fertilización

La fertilización que se aplicó fue de 300- 80-00 (N-P-K) basado en el análisis químico y de fertilidad del suelo. El fertilizante se aplicó con un equipo de inyección venturi, utilizando urea y ácido fosfórico para suministrar las dosis de nitrógeno y fósforo requeridas por el cultivo, respectivamente.

6.3.4. Riegos

El primer riego se realizó el primero de enero para llevar el suelo a capacidad de campo utilizando un sistema de riego por goteo con 30 cm de separación entre goteros y un gasto de 1.0 L h^{-1} . Los riegos fueron aplicados cada diez días y la lámina de riego a efectuar estuvo basada en las pérdidas por evapotranspiración que experimentó el cultivo (ETc) durante los intervalos de riego.

Para el cálculo del riego se tomaron diariamente las variables climáticas en la estación meteorológica que se encuentra en la Facultad de Agronomía, las cuales fueron temperatura (T), humedad relativa (H.R), precipitación (P) y la evapotranspiración (ETc) que se calculó con el método de *Penman-Monteith*, utilizando el programa CROPWAT versión 8.0 de la FAO.

6.3.5. Muestreo de plagas

El muestreo de plantas dañadas por gusano cogollero (*Spodoptera exigua*), se realizó en los dos surcos centrales de cada tratamiento, dejando 10 metros al inicio y 10 al final de los surcos, para el muestreo se dividió la longitud de los surcos en lotes de 10 m de longitud, sobre los cuales se revisaron en zigzag, dejando 10 m entre cada lote de muestreo, se realizó una revisión visual de las plantas y se determinó el número de plantas dañadas (Nava, 2006).

Para el muestreo de daño por larvas de gusano del elotero (*Helicoverpa zea*) se muestrearon 10 plantas al azar por tratamiento de los dos surcos centrales a las cuales se les cortó el elote y se determinó el porcentaje de daño con respecto a la longitud de la mazorca (Blanco, 2008).

6.3.6. Cosecha

La cosecha se realizó el 30 de junio de 2012, se cosecharon manualmente dos surcos distanciados a 0.80 metros con una longitud de 10 metros (8 m²), ya obtenida la mazorca se desgranó manualmente; el grano se ajustó al 14% de humedad y se pesó por unidad de superficie cosechada (Vallone *et al.*, 2007).

6.4. Variables de estudio

Las variables de estudio fueron:

Altura de planta (AP). Se determinó desde la superficie del suelo hasta la parte apical de la última hoja expuesta de la planta de maíz (Betancourt *et al.*, 1998).

Diámetro de tallo (D). Se midió en el primer entrenudo, tomado desde la base del tallo, la medición se realizó con un vernier de aproximación a décimas de milímetro (Betancourt *et al.*, 1998).

Diámetro de la Mazorca (DM). Se registró al momento de la cosecha midiendo con un vernier el medio de la mazorca (Andrade *et al.*, 1996).

Longitud de la mazorca (LM). Se cuantificó utilizando una cinta métrica de la base de la mazorca al ápice de ésta, al estar en R6 o a madurez fisiológica (Andrade *et al.*, 1996).

Peso de mil granos (PG). Se contaron 1000 granos de cada tratamiento y se pesaron al momento de que la planta se encontró en etapa fisiológica R6 o madurez fisiológica (Andrade *et al.*, 1996).

Biomasa total (BT). Se determinó la biomasa aérea total de la planta, la materia seca se llevo a una estufa de aire forzado a una temperatura de 70 °C durante 48 horas a peso constante (Ritchie y Hanway, 1982)

Índice de Cosecha. El índice de cosecha (IC) se calculó mediante la fórmula: $IC = Yg/B_{AT}$, donde B_{AT} = biomasa aérea total $kg\ ha^{-1}$.

6.5. Eficiencia en el uso del agua

La eficiencia en el uso del agua (EUA, $kg\ m^{-3}$) y eficiencia en el uso del agua de riego (EUAR, $kg\ m^{-3}$) fueron calculadas con:

$$EUA = Y/ET_c$$

$$EUAR = Y/L$$

Donde Y = rendimiento ($g\ m^{-2}$), ET_c = evapotranspiración del cultivo (mm), L = lámina de riego aplicada (mm).

(Al-Kaisi *et al.*, 2003; Payero *et al.*, 2008).

6.6. Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico de las variables respuesta se utilizó el paquete estadístico SAS System for Windows (SAS Institute, 1998). La prueba de comparación múltiple de medias que se evaluó con la prueba de Tukey, con un intervalo de confianza ($\alpha \leq 0.05$), y se realizó un análisis de varianza para cada variable.

VII. LITERATURA CITADA

Abanto, W., y Medina, A. 2002. El cultivo de maíz amiláceo. Artículo técnico para Capacitación. Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca. Perú.

Al-Kaisi, M.M., y Yin, X. 2003. Effects of nitrogen rate, irrigation rate, and plant population on corn yield and water use efficiency. *Agronomy Journal*. 95:1475–1482.

Aguilar, S.O. 2004. Las élites del maíz. Universidad Autónoma de Sinaloa. Sinaloa, México. 204 p.

Aguilera, C.M., y Martínez, R.E. 1980. Relaciones agua suelo planta atmósfera. Depto. de Irrigación, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 321 p.

Aguirre, R. J. A. 2002. Rendimiento potencial del maíz en el distrito de riego 063 Guasave, Sinaloa bajo diferentes fechas de siembra aplicando el modelo hybrid maize. Colegio de Postgraduados.

Andrade, F., Cirilo A., Uhart, S. y Otegui, M. 1996. Ecofisiología del Cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa. Buenos Aires, Argentina. 292 p.

Aspinall, D., y. Paleg, L. G. 1981. Proline accumulation: physiological aspects. The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. 205–241.

Avendaño, A. C. H., Molina, G. J. D., Trejo L. C., López C. C., y Cadena I. J. 2008. Respuesta a altos niveles de estrés hídrico en Maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 19: 27-37 pp.

Banziger, M, G., Edmeades, O., Beck, D., y Bellon, M. (2000) Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize: From Theory to Practice. CIMMYT, México. 68 p.

Barceló, J., Nicolás, G., Sabater, B., y Sánchez, R. 1988. *Fisiología vegetal*. 5º ed. Ediciones Pirámide. Madrid, España. 823 p.

Beraud, L.J.L. 2001. Condiciones de vida y medio ambiente en las principales ciudades sinaloenses. Universidad Autónoma de Sinaloa. Sinaloa, México. 181 p.

Betancourt, Y. P., González, R. J., Figueroa, S. B., y González, C.F. 1998. Cobertura vegetativa y fertilización nitrogenada en la producción de maíz. *Terra* 16:231-237 .

Betran, F. D., Beck, M., Bänziger, G., y Edmeades, O. (2003) Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under water stress and nonstress environments in tropical maize. *Crop Sci.* 43:807-817.

Blanco, H., Togeiro, A.L., y Gallagher, K.P. 2005. *Globalización y Medio Ambiente. Lecciones desde las Américas*. RIDES-GDAE. Santiago de Chile. 250 p.

Blanco, Y., y Leyva, A. 2009. Las arvenses y su entomofauna asociada en el cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) posterior al periodo crítico de competencia. *Cultivos tropicales*, 30:11-17.

Blanco, C. A., Terán A. P., Abel C. A., Portilla M., Rojas M. G., Morales J. A., y Snodgrass G. L. 2008. Plant host effect on the development of *Heliothis virescens* F. (Lepidoptera: Noctuidae). *Environ. Entomol.* 37: 1538–1547.

Bolaños, J. G., Edmeades, O. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield, biomass, and radiation utilization. *Field Crops Res.* 31:233-252.

Bruce, W. B., Edmeades, G. O., Barker T. C. 2002. Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. *J. Exp. Bot.* 53:13-25.

Brodbeck, B., y Strong, D. 1987. Amino acid nutrition of herbivorous insects and stress to host plants. *Insect outbreaks: ecological and evolutionary perspectives.* Academic Press, 347– 364.

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Res.* 89:1-16.

Cardenillo, C.; García, F. 1995. Manejo de suelos y agua en el cultivo de maíz.

Dialogo XLIII. Maíz sistemas de producción.

CEVACU. 1985. El cultivo de maíz para grano en el centro de Sinaloa. INIA-SARH. Folleto para productores No. 21. Culiacán, Sinaloa, México.

CEVACU. 2003. Guía para la asistencia técnica agropecuaria para el área de influencia del Campo Experimental Valle de Culiacán. Fundación Produce Sinaloa, A.C. Sinaloa, México. 209 p.

Cortez, M. E., Pérez, M., Barreras, S., y Ochoa, V. 2008. Respuesta de Genotipos de Maíz a la Mosca de los Estigmas *Euxesta* sp., en el Norte de Sinaloa, México. Entomología Mexicana. Volúmen 7. Tomo 1. León, Guanajuato, Mexico. 606-609.

CNA. 2005. Datos de clima periodo 2004-2005 del observatorio climatológico de Culiacán-INIFAP. <http://smn.cna.gob.mx/> .

Denmead, O. T., y Shaw, R. H. 1960. The Effects of Soil Moisture Stress at Different Stages of Growth on the Development and Yield of Corn. *Asgron. J.*, 52: 272-274.

De Ita, R. A. 2003. Los impactos socioeconómicos y ambientales de la liberación comercial de los granos básicos en el contexto del TLCAN: Caso Sinaloa. Centro de Estudio para el cambio en el campo mexicano. http://www.cec.org/files/PDF/ECONOMY/Impactos-liberalizacion-comercial_Sinaloa_es.pdf (Consulta: 20 de enero de 2011).

Díaz, V. T., Pérez, D. N. W., Páez, O. F., López, G. A., y Partida, R. L. 2007. Evaluación del crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) en función de dos técnicas de riego y diferentes niveles de nitrógeno. R.C.T.A., 16: 84-87.

Doorenbos, J., y Kassam, A. H. 1980. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Riego y Drenaje. FAO No. 33. Roma. 212 p.

Doorenbos, J., y Pruitt, W. O. 1977. Crop wáter requirements. FAO. Irrigation and Drainage Paper 24. Roma, 144 pp.

Ducrocq, M. 1990. Sistemas de irrigación. Ediciones Ceac. Barcelona, España. 116 p.

FAO-IFA. 2004. Estimaciones globales de las emisiones gaseosas de NH₃, NO y N₂O provenientes de las tierras agrícolas. FAO. Roma, Italia. 110 pp.

FAO. 2007. Manejo integrado de los cultivos. <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s22.htm#TopOfPage>. (Consultado el 8 de agosto del 2011).

García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM, México.

García G. C., Nava P. E., Camacho B. J., Armenta B. D., Vázquez M. E., y Cortez M.E. 2009. Comportamiento y control biológico de la mosca del estigma en maíz. Fundación Produce Sinaloa zona Norte.

Guevara E. A., Barcenás H. G., Salazar M. F. R., González S. E., y Suzán A. H. 2005. Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial. *Agrociencia*, 39: 431-439.

Gratacos, E., y Gurovich, L. 2003. Uso de la tecnología del fitomonitor como indicador del estado hídrico del kiwi y su uso en riego programado. *Ciencia e Investigación Agraria*. 30(2)113-137.

Gurovich, L., y Gratacos, E. 2002. Aplicaciones del fitomonitor en el manejo del riego. *Aconex* 71:25-30.

Holzapfel, E. 2003. Riego por goteo y microjet. Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola. Chillán, Chile.

Hsiao, T. C. 1973. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 24:519–570.

Hsiao, T. 1990. Measurements of plant water status. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24:519-570.

Huberty, A., y Denno, R. 2004. Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. *Ecological Society of America, Ecology*, 85(5),1383–1398.

IMTA. 1999. Anexo técnico, cuando y cuanto regar. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Primera edición. México. 96 p.

Inzunza, I. M., Villa, C. M., Catalán, V. E. A., y Mendoza, M. S. F2005. Modelo para estimar el rendimiento de maíz en función de la humedad del suelo. *Terra Latinoamericana* 24: 179-185.

Jackson, M.L. 1964. Análisis químico de suelos. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 190-219 pp.

Karam, Q. C., y Beraud, L. J. L. 2003. Sinaloa y su ambiente: Visiones del presente y perspectivas. Universidad autónoma de Sinaloa. Sinaloa, México. 362 pp.

Larque, S.A. 1989. El agua en las plantas cultivadas. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 117 p.

Luque, J.A., y Paolini, J.D. 1994. Altos rendimientos de maíz y soja con riego complementario. ED. Hemisferio Sur.

Lorimer, N. 1980. Pest outbreaks as a function of variability in pests and plants. In: Resistance to diseases and pests in forest trees. Proceedings 3rd International Workshop on Genetic Host-Parasite Interactions. Wageningen, 287-294.

Martínez, A., Hera de la, L., y Gutierrez, L. 2000. Consideraciones sobre el riego de la vid. [en línea] www.terralia.com/revista15/pagina22.htm [consulta: 08 de julio de 2013].

Mattson, W. J., Y Haack, R. A. 1987. The role of drought stress in provoking outbreaks of phytophagous insects. 365–407.

Mattson, W. J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 119–161.

Mayrand, K., Dionne, S., Paquin, M., Alanis, O.G., Guadarrama, M. L.F., Muñoz, P.C., y Rivera, P.M. 2003. Los impactos económico y ambiental de los subsidios agrícolas. Centro Internacional Unisféra.

Mendoza, R. J. L., Macias, C. J., y Cortez, M. E. 2003. Tecnología para mejorar la productividad del maíz en el Norte de Sinaloa y su impacto económico. Folleto técnico No. 21. INIFAP. Sinaloa, México. 37 pp.

Nava C. U. 2006. Manejo integrado de las plagas clave del maíz forrajero. Libro científico No. 3 México. CELALA- INIFAP 175-211 pp.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT- 2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreos y análisis. Diario Oficial de la Federación, (Consultado: 18 de octubre 2011).

Negrete, B. F. 2003. El gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*. Smith)
Centro de Investigación Turipaná. Montería, Colombia.

NeSmith, D.S., y Ritchie, J.T. 1992a. Effects of soil water-deficits during tassel emergence on development and yield component of maize (*Zea mays* L.). *Field Crops Res.*, 28(3): 251-256.

NeSmith, D.S. y Ritchie, J.T. 1992b. Maize (*Zea mays* L.) response to a severe soil water-deficit during grain filling. *Field Crops Res.*, 29(1): 23-35.

Nexticapan. G. A. 2009. Fluctuación poblacional y daños causados por gusano cogollero (*spodoptera frugiperda* j.e smith) en maíz cultivado en el sistema de producción continua afectado por el huracán Isidoro, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. 25(3).273-277.

Ojeda, B. W., Sienfuentes, I. E., y Unland, W. H. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. *Agrociencias* 40: 13-25.

Ortega, R.C., Ochoa B. R. 2003. El Maíz: Un legado de México para el mundo. *Revista Claridades Agropecuarias*. Revista Mensual.

Otegui, M.E., Melón, S. 1997. Kernel set and flower synchrony within the ear of maize: I. Sowing date effects. *Journal Crop Science*. 37:441-447

Parra, T. S. 1995. Efecto de la solarización sobre algunas características químicas y microbiológicas del suelo y el rendimiento del cultivo de tomate. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Edafología, Colegio de Postgraduados, México. 131 p.

Payero, J.O., Tarkalson, D. D., Irmak, S., Davison, D., y Petersen, J. L. 2008. Effect of irrigation amounts applied with subsurface drip irrigation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency, and dry matter production in a semiarid climate. *Agric. Water Manage.*, 95: 895-908

Preciado, O. R. E., Terrón, I. A. D., Gómez, M. N. Or., y Robledo, G., E. I. 2005. Componentes genéticos en poblaciones heteróticamente contrastantes de maíz de origen tropical y subtropical. *Agronomía Mesoamericana*. 16(2)45-151.

Pieterse, C. M. J., y Dicke, M. 2007. Plant interactions with microbes and insects: from molecular mechanisms to ecology. *Trends in Plant Science*, 12, 564–569.

Pineda, A., Zheng, S. J., van Loon, J.J. A., Pieterse, C.M. J., y Dicke, M. 2010. Helping plants to deal with insects: the role of beneficial soilborne microbes. *Trends in Plant Science*, 15, 507–514.

Robins, J. S., Y Domingo, C. E. 1953. Some Effects of Severe Soil Moisture Deficits at Specific Growth Stages in Corn. *Agronomy Journal* 43. 618-621.

Rojas, M.B. 1981.El riego en surcos. SARH-INIA. Tema didáctico No. 12. México. 23 p.

Romero, M., Currie, H., Escalante, M. 2009. Aplicación del software Cropwat® 8.0 For Windows® para optimización del riego en cultivo de maíz en el centro sur de la provincial de corrientes Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Cátedra Hidrología Agrícola. Sgto. Cabral 2131 (3400) Corrientes, Argentina

Ritchie, S. W., Hanway, J. J. 1982. How a corn plant develops. Iowa state Univ. Coop. Ext. Serv. Espc. Rep. 48.

Rivetti, .R. 2007. Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en rio cuarto, Córdoba Argentina. Revista de la Facultad de ciencias Agrarias. Argentina. Vol. 39(1): 29 – 39.

Ruscitti, M. F., Arango, M. C., Ronco, M. G., Peluso, O., y Beltrano, J. 2007. Efecto del estrés hídrico simulado y la inoculación con esporas de (*Glomus mosseae*) sobre el crecimiento y la partición de biomasa en avena. TERRA Latinoamericana, 25:135-143.

SAGARPA. 2006. Memoria del proyecto conversión del cultivo de maíz blanco a la inducción a maíz amarillo en el estado de Sinaloa, ciclo otoño invierno 2005/2006. Sinaloa, México. 7 p.

Scheierling, S.M, Cardon, G.E. y R.A. Young, 1997. Impact of irrigation timing on simulated water-crop production funtions. Irrigation Science. 18:23-31.

Schussler, J. R., y Westgate, M. E. 1994. Increasing assimilate reserves does not prevent kernel abortion at low water potential in maize. *Crop Science*. 34:1569-1576.

Salisbury, F., y Parke, R. 1968. *Las plantas vasculares: forma y función*. Herrero Hermanos Sucesores. México. 198 p.

SAS. Institute The SAS System for Windows, ver. 6.12. SAS. Institute Inc., Cary, NC. 1996.

SIAP, 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, dirección de Internet www.siap.sagarpa.gob.mx. (Consultado: 03/03/11)

Smith, I. M., McNamara, D.G., Scott, P.R., y Harris K.M. 1992. *Helicoverpa zea*. Data sheets on quarantine pests. CAB international & EPPO.

Steel, G. D. R., y Torrie, H. J. 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos*. Segunda edición. Ed. McGraw-Hill. México. 622 p.

Tylianakis, J. M., Didham, R. K., Bascompte, J., y Wardle, D.A. 2008. Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11, 1351–1363.

Vázquez, L. L., Veitía, M., Fernández, E., Jiménez J., y Jiménez, S. 2009. Diagnóstico rápido de la ocurrencia de plagas en sistemas agrícolas de Cuba por eventos extremos de cambios en el clima. *Revista Brasileira de Agroecología*. 4(2):2149-2152.

Vázquez, M. E. L., Camacho B. J. R., García G. C., y Nava. P. E. 2006. Ciclo de vida de la mosca del estigma del maíz *euxesta stigmatias* en laboratorio. Instituto

Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola, Guasave, Sinaloa, México.

Vallone, P., Gudelj, V., Galarza, C., y Masiero, B. 2007. Ensayo comparativo de rendimiento de maíz ensiembra de segunda. Campaña 2006/2007. Informe de Actualización Técnica N° 5. EEA INTA. Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.

Westgate, M. E. 1994. Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought. *Crop Science*. 34:76-83 pp.

White, T. C. R. 1993. *The inadequate environment: nitrogen and the abundance of animals*. Springer-Verlag, New York, New York, USA.

Zamora, S. S., y Ruiz, E. F. H. 2011. Régimen Hídrico del maíz en una zona árida, determinado en porcentajes de evaporación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13: 181- 186

APÉNDICE

XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

“Celebrando XV años de trayectoria” 1998-2012

Cambio climático y agricultura: Uso eficiente del agua y suelo

25 al 26 de Octubre de 2012

**INFLUENCIA DEL ESTRÉS HIDRICO EN VARIABLES FENÓTIPICAS Y
LA INCIDENCIA DE PLAGAS EN MAÍZ**

**Vega Gutiérrez, Tomás Aarón¹, Díaz Valdés, Tomás^{✉2}, López Urquidez, Alfonso
Guadalupe², Partida Ruvalcaba, Leopoldo², Velásquez Alcaraz², Teresa de Jesús, Ramón
Lizárraga Jiménez², López López, Ángel³, Marino Valenzuela, López², Ayala Tafoya,
Felipe².**

¹Estudiante de la Maestría en Ciencias Agropecuarias de la UAS, ²Profesor e Investigador de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. ³Profesor e Investigador de Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California² ✉Autores para correspondencia: taa_gutierrez@hotmail.com y tdiaz10@hotmail.com.

Resumen

El estrés hídrico es uno de los factores abióticos más importantes que limitan el desarrollo de las plantas, y puede incrementar la incidencia de plagas en forma indirecta, lo que provoca un estrés biótico que impacta en la producción. El presente estudio tiene como objetivo determinar la influencia que tiene el estrés hídrico en el desarrollo de la planta de maíz y en la incidencia de plagas. El estudio se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, los tratamientos consistieron en reponer un porcentaje de la evapotranspiración real del cultivo (Etc) del maíz (T₁= 100%, T₂=80%, T₃= 60% y T₄=40%), estimado mediante el modelo CropWat. Las variables evaluadas fueron longitud de mazorca, diámetro de mazorca y tallo, altura de la planta, peso de 1000 granos, número de plantas dañadas por gusano cogollero (*Spodoptera exigua*) y gusano elotero (*Heliothis zea*). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La variables fenotípicas longitud de mazorca, diámetro de mazorca y tallo y altura de planta se vieron afectadas significativamente por el estrés abiótico, de igual manera el peso de mil granos con el tratamiento 100% de Etc fue 39.05% superior al tratamiento de 40% Etc. Aunque no existió diferencia significativa entre los tratamiento en el número de hojas dañada en la planta de

maíz por el gusano cogollero y elotero, sin embargo, numéricamente las plantas con mayor grado de estrés (40 y 60% Etc), muestran un mayor daño en las hojas de maíz.

Palabras claves: *estrés biótico, estrés abiótico, evapotranspiración.*

Abstrac

Water stress is one of the most important abiotic factors limiting plant growth and may increase the incidence of pests indirectly, causing a biotic stress impacting production. The objective of this study was to determine the influence of water stress on the development of the corn plant and pest incidence. The study was conducted at the Faculty of Agriculture of the Autonomous University of Sinaloa, Mexico. Treatments consisted of replacing a percentage of actual crop evapotranspiration (Etc) corn (T1 = 100%, T2 = 80%, T3 = 60% and T4 = 40%), the model estimated by Crop Wat. The variables evaluated were ear length, ear diameter and stem, plant height, thousand grain weight, number of plants damaged *Spodoptera exigua* and *Heliothis zea*.

Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC. Mexicali, Baja California, México
Teléfono: +52 (686)-5230079/88 Fax: +52 (686)-5230217
congreso.agricolas.ica@uabc.edu.mx

XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

“Celebrando XV años de trayectoria” 1998-2012

Cambio climático y agricultura: Uso eficiente del agua y suelo

25 al 26 de Octubre de 2012

Design was a randomized complete block design with four replicates. The phenotypic variables ear length, ear diameter and stem and plant height were significantly affected by abiotic stress, just as the thousand kernel weight with tratamiento 100% of Etc was 39.05% above the treatment 40% Etc. although there was no significant difference between the treatment in the number of leaves in the plant damaged by *Spodoptera exigua* and *Heliothis zea*, however, plants numerically greater stress (40 and 60% Etc) show greater impairment in corn leaves.

Index words: *biotic stress, abiotic stress, evapotranspiration*

Introducción

El maíz (*Zea mays*, L.) constituye uno de los principales alimentos en la dieta de la población latinoamericana, donde la mayor parte de la energía y proteína que se consume en esta región proviene de este cultivo (Blanco y Leyva, 2009), el grano de maíz es básico en la dieta del mexicano, es el principal cultivo de irrigación y representa el 49% de la producción agrícola nacional. (Guevara *et al.*, 2005; SIAP, 2011).

En México se siembran anualmente más de 7 millones de hectáreas con maíz, en una amplia diversidad de ambientes que van desde el nivel del mar hasta los valles altos (Preciado *et al.*, 2005; SIAP, 2011), ocupa la mayor superficie cultivada anualmente mayormente en temporal (85%), y el 15% restante es de riego. Sinaloa es el principal estado productor de maíz con una superficie sembrada mayor a 560 mil hectáreas y representa el 48 % de la superficie sembrada en el estado (Ojeda *et al.*, 2006; SIAP, 2011), sin embargo, uno de los factores limitantes para la producción de maíz es el agua.

El estrés hídrico es uno de los factores abióticos más importantes que limitan el crecimiento y el rendimiento de las plantas, puede inducir diferentes efectos sobre los cultivos, lo cual depende de la duración y severidad del mismo, y el estado de desarrollo de las plantas (Ruscitti *et al.*, 2007).

Cuando ocurre en etapas tempranas del desarrollo reproductivo se manifiesta en una reducción del número de granos, debido principalmente a la absorción del ovario o esterilidad del polen; esto a causa de que inhibe la fotosíntesis y disminuye el flujo de fotosintatos a los órganos en desarrollo (Avendaño *et al.*, 2008), lo cual provoca en una reducción en el peso del grano.

En muchas especies de interés como el maíz se han estudiado las alteraciones que el estrés hídrico provoca en diferentes etapas fenológicas, teniendo un impacto final en los componentes del rendimiento y la incidencia de plagas (Avendaño *et al.*, 2008). Según Ojeda *et al.*, (2006) consideran que los efectos más críticos del estrés hídrico en maíz, se manifiestan en las etapas de la floración y el jiloteo.

Con base a lo anterior el objetivo fue determinar la influencia que tiene el estrés hídrico en el desarrollo de la planta de maíz y en la incidencia de plagas, mediante la reducción de la tasa evapotranspirativa del cultivo, determinada mediante el método de Penman-Monteith, usando el modelo el modelo CropWat

Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC. Mexicali, Baja California, México
Teléfono: +52 (686)-5230079/88 Fax: +52 (686)-5230217
congreso.agricolas.ica@uabc.edu.mx

XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

“Celebrando XV años de trayectoria” 1998-2012

Cambio climático y agricultura: Uso eficiente del agua y suelo

25 al 26 de Octubre de 2012

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el ciclo agrícola 2011-2012, en los terrenos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, mismos que están ubicados en el kilómetro 17.5 de la

carretera Culiacán-Mazatlán, municipio de Culiacán, Sinaloa, México, a los 24° 48' 30" de latitud norte y 107° 24' 30" de longitud oeste, con altitud de 19 m.s.n.m. (Díaz *et al.*, 2007). El clima es semiárido con lluvias en verano y una precipitación media anual de 800 mm (García, 1988). Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones, los tratamientos consistieron en **XV**

reponer un porcentaje de la evapotranspiración real del cultivo (Etc) del maíz ($T_1=100\%$, $T_2=80\%$, $T_3=60\%$ y $T_4=40\%$). La unidad experimental fue de 0.6528 ha, que consistió en 68 surcos de 120 m de largo. Para el cálculo de la evapotranspiración se hizo un registro de las variables climáticas. Para el cálculo de la ETo se utilizó el método de Penman-Monteith a partir de los datos climatológicos registrados diariamente, como radiación solar, humedad relativa, temperatura, precipitación y la velocidad del viento. Para el cálculo de Etc se utilizó el modelo CropWat. La preparación del terreno consistió en un rastreo doble, barbecho y marca, la marca consistió en surco de 0.80 metros. Se utilizó un sistema de riego por goteo con 30 cm de separación entre goteros con un gasto de 1 L h^{-1} , el volumen de agua de riego se cuantificó a través de un medidor volumétrico. Se depositaron 7 semillas por metro lineal para garantizar una población de 90,000 plantas por hectárea. El material vegetativo fue el híbrido 30P49 de la compañía Pioneer. La fertilización aplicada fue 300- 80-00 (N-P-K). La fuente de nitrógeno fue urea y ácido fosfórico para fósforo. Las dosis de fertilización de aplicación se realizaron como se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Programa de fertilización del cultivo de maíz (demanda de N)

Meses de desarrollo

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Σ
Días de desarrollo	17	28	31	30	31	30	13	180
% de desarrollo mensual	13.30	14.89	16.49	15.96	16.49	15.96	6.91	100
Desarrollo en forma decimal	0.089	0.173	0.155	0.173	0.166	0.172	0.072	1
kg de N ha ⁻¹	40	40	60	120	40	0	0	300
kg de Urea ha ⁻¹	86.96	86.96	130.43	260.87	86.96	0	0	652.18

Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC. Mexicali, Baja California, México
 Teléfono: +52 (686)-5230079/88 Fax: +52 (686)-5230217
 congreso.agricolas.ica@uabc.edu.mx

XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

“Celebrando XV años de trayectoria” 1998-2012

Cambio climático y agricultura: Uso eficiente del agua y suelo

25 al 26 de Octubre de 2012

Para la medición de las variables evaluadas se trabajaron con los dos surcos centrales de cada tratamiento y se muestrearon 10 plantas por tratamiento. Las variables fenotípicas evaluadas fueron Altura de la planta se midió desde la base del tallo de la planta a la base de la espiga utilizando una cinta métrica, diámetro del tallo se midió a dos centímetros arriba de la base del tallo utilizando un vernier, diámetro de la mazorca se registro al momento de la cosecha midiendo con un vernier el medio de la mazorca, longitud de la mazorca se midió desde la base de la mazorca hasta el extremo superior. Se realizó el conteo de mil granos y se peso. El muestreo de plantas dañadas por gusano cogollero (*Spodoptera exigua*), se realizó en los dos surcos centrales de cada tratamiento, dejando 10 metros al inicio y 10 al final de los surcos, para el muestreo se dividió la longitud de los surcos en lotes de 10 m de longitud, sobre los cuales se revisaron en zigzag, dejando 10 m entre cada lote de muestreo, se realizó una revisión visual de las plantas y se determinó el número de plantas dañadas. Para el muestreo de daño por larvas de gusano del elotero (*Helicoverpa zea*) se muestrearon 10 plantas al azar por tratamiento de los dos surcos centrales a las cuales se les corto el elote y se determinó el porcentaje de daño. Las variables de respuesta se analizaron estadísticamente utilizando PROC GLM de SAS (SAS Institute, 1996). La separación de medias se hizo con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

Longitud y diámetro de mazorca

Los resultados de análisis de varianza muestran que existe diferencia significativa entre tratamiento para la longitud y diámetro de la mazorca, donde de acuerdo al Cuadro 2, se muestra una tendencia a decrecer con la reducción de la lámina de agua repuesta de la evapotranspiración real del cultivo. El tratamiento de 100% de la lámina de agua aplicada al maíz fue superior en un 20.38 y 26.67% a los tratamientos del 60 y 40%, respetivamente en la longitud de mazorca. En cambio para el diámetro de mazorca fue 8.11 y 12.53%, respectivamente.

El efecto del estrés hídrico en el desarrollo de la mazorca se ve influenciada la reducción de la lámina agua repuesta, provocando con ello una disminución en la longitud y diámetro de la mazorca, esto se atribuye a una reducción de asimilados que provoca que la planta se estrese y se vea afectado el proceso fotosintético. Además el proceso de nutrición se ve reducido, debido a que el transporte de nutrientes requiere de un medio de absorción y difusión, y al disminuir el agua disponible del suelo para la planta se presenta una menor solución de nutrientes, lo cual se puede atribuir al efecto negativo que provoca el estrés hídrico la arquitectura de la raíz (Blackman *et al.*, 1995)

Altura de planta y diámetro de tallo

En el Cuadro 2, se muestra que los resultados del análisis de varianza para la variable altura de planta fue significativa, en cambio el diámetro de tallo no presenta diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo ambas variables muestran tendencia similares, ya que al verse afectadas por la reducción de la lámina de agua aplicada en el riego la tendencia de la ambas variables es a decrecer.

Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC. Mexicali, Baja California, México
 Teléfono: +52 (686)-5230079/88 Fax: +52 (686)-5230217
 congreso.agricolas.ica@uabc.edu.mx

XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

“Celebrando XV años de trayectoria” 1998-2012

Cambio climático y agricultura: Uso eficiente del agua y suelo

25 al 26 de Octubre de 2012

La mayor altura de planta se logró con el tratamiento de 100% Etc, siendo superior estadísticamente a los demás tratamiento, al igual el diámetro de tallo, sin embargo este último se muestran diferencias solo numéricas. Mostrando en ambos caso que cuando se ve reducido la lámina de agua se afecta el desarrollo de la planta.

Cuadro 2. Resultados del análisis de varianza y prueba de comparación de medias de las variables evaluadas.

Tratamiento	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Altura de planta (m)	Diámetro de tallo (cm)	Peso de mil granos (g)	No. Plantas dañadas por cogollero	No. Plantas dañadas por gusano elotero
100% Etc	18.43 ^a	4.40a	2.33a	2.18a	344.55a	11.75a	3.75 ^a
80% Etc	16.59 ^{ab}	4.16ab	2.13b	2.07a	328.30ab	11.75a	4.25 ^a
60% Etc	15.31 ^{bc}	4.07ab	2.08bc	2.08a	275.75bc	12.75a	5.00a
40% Etc	14.55 ^c	3.91b	1.89c	1.99a	247.79c	16.75a	7.00a
DMS	1.87	0.40	0.21	0.30	56.99	10.84	3.82
Error	0.716862	0.033561	0.008825	0.018678	666.5692	24.11111	3.0000

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), Tukey: $\alpha = 0,05$; $gl=9$

Peso de mil granos

La biomasa obtenida en el grano de maíz medida a través del peso de mil granos muestra diferencia significativa entre tratamiento, donde el tratamiento del 100% de la Etc, fue estadísticamente igual al tratamiento del 80%, pero superior al resto de los tratamientos, la tendencia curvilínea

descendente que muestra los valores del peso de mil granos es provocado por la disminución en la lámina de agua aplicada, generando con ello un mayor estrés abiótico, e induciendo a una disminución de asimilados hacia el grano, observándose esto en la disminución del peso, considerando que el agua es un factor de bloqueo de la fotosíntesis (Kramer y Boyer, 1995), por lo tanto al provocar un estrés hídrico la capacidad de generar asimilados disminuye.

Número de plantas dañadas por gusano cogollero y elotero

El análisis de varianza no muestra diferencias estadísticas debido a los tratamientos en el número de plantas dañadas por gusano cogollero y elotero, sin embargo numéricamente se observan (Cuadro 2), que se presente una mayor cantidad de plantas dañadas cuando se disminuyó la lámina de agua aplicada, mostrando que con el tratamiento 100% Etc, decreció el número de plantas dañadas por cogollero hasta en un 7.84 y 29.85%, respecto al tratamiento 60 y 40% de la Etc, respectivamente. Lo mismo se observa con el daño generado en el número de plantas por el gusano elotero, donde con el tratamiento 100% Etc, decreció hasta en un 25.0 a un 46.43%, respecto a los tratamientos 60 y 40%, respectivamente.

Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC. Mexicali, Baja California, México
Teléfono: +52 (686)-5230079/88 Fax: +52 (686)-5230217
congreso.agricolas.ica@uabc.edu.mx

XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

“Celebrando XV años de trayectoria” 1998-2012

Cambio climático y agricultura: Uso eficiente del agua y suelo

25 al 26 de Octubre de 2012

Conclusiones

El crecimiento de las variables longitud de mazorca, diámetro de mazorca, altura de planta diámetro de tallo y peso de mil granos mostraron una tendencia a decrecer debido a la reducción de la lámina de agua aplicada (Etc). El número de plantas dañadas por *Spodoptera exigua* y *Heliothis zea* fue mayor en los tratamientos de 40 y 60% de la Etc aplicada al maíz.

Bibliografía

- Avenidaño-Arrazate, C. H., Molina-Galan, J., D., Trejo-López, C., López-Castañeda, C., Cadena-Iñiguez, J. 2008. Respuesta a altos niveles de estrés hídrico en Maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 19: 27-37
- Blackman, S. A., Obendorf, R. L. and Leopold, A. C. 1995. Desiccation tolerance in developing soybean seed: the role of stress protein. *Physiol. Plant* 93: 630-638
- Blanco, Y. y Leyva, A. 2009. Las arvenses y su entomofauna asociada en el cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) posterior al periodo crítico de competencia. *Cultivos tropicales*, 30:11-17
- Díaz, V., T., Pérez, D.N.W., Páez, O.F., López, G.A. y Partidas, R.L. 2007. Evaluación del crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) en función de dos técnicas de riego y diferentes niveles de nitrógeno. *R.C.T.A.*, 16: 84-87.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM, México. 217 p.
- Guevara-Escobar, A., Barcenas-Huante, G., Salazar-Martínez, F.R., González-Sosa, E. Y Suzán-Azpir, H. 2005. Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial. *Agrociencia*, 39: 431-439

- Kramer, P.J. and Boyer, J.S. 1995. Water relations of plants and soils. Academic Press, Inc. California, U.S.A. 495p.
- Ojeda-Bustamante, W. Sifuentes-Ibarra, E. y Unland, W. H. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. *Agrociencia*. 40 (01): 13-25.
- Preciado-Ortiz, R. E., Terrón-Ibarra, A.D., Gómez-Montiel, N.O. y Robledo-González, E.I. 2005. Componentes genéticos en poblaciones heteróticamente contrastantes de maíz de origen tropical y subtropical. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 16:145-151
- Ruscitti, M. F., Arango, M. C., Ronco, M. G., Peluso, O. y Beltrano, J. 2007. Efecto del estrés hídrico simulado y la inoculación con esporas de (*Glomus mosseae*) sobre el crecimiento y la partición de biomasa en avena. *TERRA Latinoamericana*, 25:135-143
- SAS INSTITUTE: The SAS system for Windows, ver.6.12.SAS, institute Inc. Cary, NC, 1996.
- SIAP, 2011.*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. SAGARPA, dirección de Internet www.siap.sagarpa.gob.mx. (Consultado: 03/03/11)

Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC. Mexicali, Baja California, México
 Teléfono: +52 (686)-5230079/88 Fax: +52 (686)-5230217
 congreso.agricolas.ica@uabc.edu.mx

Variables climáticas en el ciclo del cultivo del maíz

FECHA	HUMEDAD RELATIVA % RH	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (PROMEDIO) km/h
01/01/2012 00:00:00	58.3	29.7	10.0	2.6
02/01/2012 00:00:00	58.8	30.4	10.7	2.6
03/01/2012 00:00:00	46.5	32.5	14.1	2.7
04/01/2012 00:00:00	60.2	30.2	11.6	2.3
05/01/2012 00:00:00	66.9	27.9	9.7	1.9
06/01/2012 00:00:00	82.4	24.9	10.2	3.3
07/01/2012 00:00:00	87.4	25.2	9.6	3.6
08/01/2012 00:00:00	91.1	22.5	11.5	5.9
09/01/2012 00:00:00	76.5	25.2	10.4	13.9
10/01/2012 00:00:00	59.6	26.1	6.7	18.2
11/01/2012 00:00:00	59.1	27.4	7.3	19.2
12/01/2012 00:00:00	66.6	26.8	7.3	15.6
13/01/2012 00:00:00	67.9	27.8	8.4	14.4
14/01/2012 00:00:00	66.0	30.2	13.0	12.4
15/01/2012 00:00:00	58.8	30.3	10.5	10.4
16/01/2012 00:00:00	56.1	32.1	12.1	7.7
17/01/2012 00:00:00	52.3	32.2	11.7	5.9
18/01/2012 00:00:00	54.0	29.7	13.4	7.1
19/01/2012 00:00:00	78.6	21.5	9.8	1.1
20/01/2012 00:00:00	85.5	24.8	9.5	2.5
21/01/2012 00:00:00	77.5	27.3	11.3	3.2
22/01/2012 00:00:00	73.3	26.0	11.8	1.9
23/01/2012 00:00:00	68.7	28.1	10.9	2.6
24/01/2012 00:00:00	67.3	26.2	7.9	3.9
25/01/2012 00:00:00	66.2	25.7	5.8	2.7

26/01/2012 00:00:00	58.3	30.3	7.5	2.8
27/01/2012 00:00:00	56.1	28.9	7.9	2.0
28/01/2012 00:00:00	54.2	28.1	6.6	2.2
29/01/2012 00:00:00	59.6	28.2	8.3	3.0
30/01/2012 00:00:00	58.4	29.9	8.6	2.4
31/01/2012 00:00:00	54.4	30.5	7.6	2.5

FECHA	HUMEDAD RELATIVA % RH	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (PROMEDIO) km/h
01/02/2012 00:00:00	54.0	29.9	8.8	3.4
02/02/2012 00:00:00	62.9	28.9	9.1	2.4
03/02/2012 00:00:00	72.1	24.4	10.6	1.6
04/02/2012 00:00:00	75.5	23.0	9.4	1.8
05/02/2012 00:00:00	74.5	28.3	7.0	3.2
06/02/2012 00:00:00	68.9	28.9	8.6	2.5
07/02/2012 00:00:00	57.2	31.0	8.0	3.3
08/02/2012 00:00:00	54.9	24.7	10.8	5.1
09/02/2012 00:00:00	47.8	28.1	13.7	5.1
10/02/2012 00:00:00	59.3	29.5	10.1	3.3
11/02/2012 00:00:00	71.3	25.9	11.9	1.7
12/02/2012 00:00:00	76.4	26.3	15.3	11.8
13/02/2012 00:00:00	74.6	27.7	11.7	19.0
14/02/2012 00:00:00	79.2	26.4	11.6	22.0
15/02/2012 00:00:00	76.9	26.7	13.9	21.7
16/02/2012 00:00:00	72.5	24.4	14.2	18.3
17/02/2012 00:00:00	62.9	23.0	11.0	16.7
18/02/2012 00:00:00	63.4	25.6	5.1	12.3
19/02/2012 00:00:00	65.0	27.7	5.9	9.7
20/02/2012 00:00:00	63.3	28.1	7.8	7.4
21/02/2012 00:00:00	57.6	29.2	7.9	4.8
22/02/2012 00:00:00	55.7	27.6	11.7	3.2
23/02/2012 00:00:00	72.1	23.7	12.6	3.2
24/02/2012 00:00:00	62.7	25.8	8.9	3.3
25/02/2012 00:00:00	58.6	30.6	8.8	2.7
26/02/2012 00:00:00	72.4	28.1	11.1	3.9

27/02/2012 00:00:00	68.5	29.4	8.5	2.1
28/02/2012 00:00:00	73.1	29.0	11.3	3.4
29/02/2012 00:00:00	68.6	29.7	11.2	4.7

FECHA	HUMEDAD RELATIVA % RH	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (PROMEDIO) km/h
01/03/2012 00:00:00	69.3	27.0	9.5	2.5
02/03/2012 00:00:00	65.6	30.7	8.9	3.0
03/03/2012 00:00:00	65.7	29.3	8.2	4.0
04/03/2012 00:00:00	72.1	28.7	6.9	2.5
05/03/2012 00:00:00	76.2	28.3	14.2	3.2
06/03/2012 00:00:00	78.8	28.4	12.3	2.2
07/03/2012 00:00:00	61.6	32.1	8.3	2.0
08/03/2012 00:00:00	56.8	30.0	10.8	5.3
09/03/2012 00:00:00	63.9	26.6	8.4	2.1
10/03/2012 00:00:00	60.9	28.5	7.2	3.3
11/03/2012 00:00:00	62.1	29.8	7.0	2.5
12/03/2012 00:00:00	53.4	32.1	5.7	2.3
13/03/2012 00:00:00	40.4	33.1	9.2	3.2
14/03/2012 00:00:00	46.1	29.7	9.4	2.7
15/03/2012 00:00:00	57.3	30.3	8.6	2.0
16/03/2012 00:00:00	68.5	29.0	14.7	3.9
17/03/2012 00:00:00	63.5	27.9	11.5	2.3
18/03/2012 00:00:00	63.4	27.7	13.5	4.8
19/03/2012 00:00:00	74.3	25.5	12.3	3.4
20/03/2012 00:00:00	59.3	26.4	8.4	4.4
21/03/2012 00:00:00	64.7	27.0	8.3	2.8
22/03/2012 00:00:00	62.2	26.9	9.2	2.5
23/03/2012 00:00:00	55.3	29.3	8.6	2.7
24/03/2012 00:00:00	55.9	29.3	8.9	2.5
25/03/2012 00:00:00	61.7	29.7	9.8	2.2
26/03/2012 00:00:00	64.8	29.8	11.4	2.6
27/03/2012 00:00:00	66.7	29.3	11.3	2.4
28/03/2012 00:00:00	73.2	28.1	11.6	1.9
29/03/2012 00:00:00	70.9	28.6	11.5	2.4
30/03/2012 00:00:00	67.4	29.5	11.6	2.5
31/03/2012 00:00:00	63.3	31.0	12.4	2.6

FECHA	HUMEDAD RELATIVA % RH	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (PROMEDIO) km/h
01/04/2012 00:00:00	66.2	30.9	12.8	2.4
02/04/2012 00:00:00	73.3	29.3	12.6	2.2
03/04/2012 00:00:00	62.8	29.0	12.5	2.7
04/04/2012 00:00:00	58.0	30.8	9.4	2.9
05/04/2012 00:00:00	60.5	29.4	10.2	2.9
06/04/2012 00:00:00	51.9	29.9	11.6	3.0
07/04/2012 00:00:00	55.4	31.4	10.4	2.7
08/04/2012 00:00:00	55.5	33.7	10.5	2.8
09/04/2012 00:00:00	50.9	33.5	11.2	3.3
10/04/2012 00:00:00	57.0	32.0	12.2	2.8
11/04/2012 00:00:00	71.6	30.4	12.2	2.5
12/04/2012 00:00:00	63.7	31.1	13.6	4.0
13/04/2012 00:00:00	57.7	31.0	11.0	3.0
14/04/2012 00:00:00	65.7	29.5	12.7	2.6
15/04/2012 00:00:00	59.1	29.2	9.9	3.1
16/04/2012 00:00:00	56.9	30.1	10.0	3.2
17/04/2012 00:00:00	57.9	31.1	9.3	2.9
18/04/2012 00:00:00	55.9	30.8	11.1	2.8
19/04/2012 00:00:00	58.8	31.3	11.4	2.3
20/04/2012 00:00:00	60.7	31.9	11.0	2.3
21/04/2012 00:00:00	53.6	32.7	11.7	3.0
22/04/2012 00:00:00	47.0	34.0	13.9	3.1
23/04/2012 00:00:00	57.8	33.8	16.9	3.1
24/04/2012 00:00:00	68.3	32.4	15.8	4.6
25/04/2012 00:00:00	75.5	30.8	16.9	2.7
26/04/2012 00:00:00	72.3	32.4	16.9	3.6
27/04/2012 00:00:00	67.6	32.2	18.1	3.6
28/04/2012 00:00:00	55.3	31.4	15.4	2.3
29/04/2012 00:00:00	67.6	30.8	18.0	4.5
30/04/2012 00:00:00	72.8	29.2	17.2	3.8

FECHA	HUMEDAD RELATIVA % RH	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (PROMEDIO) km/h
01/05/2012 00:00:00	64.6	32.7	16.4	3.3
02/05/2012 00:00:00	67.8	30.8	14.8	2.8
03/05/2012 00:00:00	73.9	32.9	17.8	2.5
04/05/2012 00:00:00	73.0	30.4	19.1	4.4
05/05/2012 00:00:00	70.6	32.1	21.1	4.3
06/05/2012 00:00:00	68.9	32.5	19.9	2.9
07/05/2012 00:00:00	64.3	34.0	19.2	3.0
08/05/2012 00:00:00	65.4	34.0	17.7	3.0
09/05/2012 00:00:00	55.3	32.8	15.8	3.5
10/05/2012 00:00:00	45.3	33.9	12.0	3.1
11/05/2012 00:00:00	47.8	34.9	14.0	2.8
12/05/2012 00:00:00	49.9	35.3	17.0	3.2
13/05/2012 00:00:00	52.2	33.8	18.2	2.5
14/05/2012 00:00:00	55.9	35.2	19.6	3.1
15/05/2012 00:00:00	60.7	35.3	19.6	4.5
16/05/2012 00:00:00	60.9	34.4	20.2	4.0
17/05/2012 00:00:00	67.4	33.4	20.0	4.7
18/05/2012 00:00:00	65.9	33.0	17.2	4.1
19/05/2012 00:00:00	63.7	33.3	18.6	2.9
20/05/2012 00:00:00	63.4	35.0	18.2	2.7
21/05/2012 00:00:00	61.8	33.6	19.6	3.2
22/05/2012 00:00:00	57.2	35.5	21.1	2.6
23/05/2012 00:00:00	66.3	34.6	22.1	5.4
24/05/2012 00:00:00	64.9	35.1	22.3	4.1
25/05/2012 00:00:00	55.3	37.8	21.4	3.2
26/05/2012 00:00:00	48.6	35.4	23.9	2.6
27/05/2012 00:00:00	50.1	34.8	21.3	3.2
28/05/2012 00:00:00	51.3	35.2	20.4	3.3
29/05/2012 00:00:00	51.4	37.0	20.8	3.4
30/05/2012 00:00:00	52.1	35.7	20.1	3.0
31/05/2012 00:00:00	53.5	35.4	18.8	3.0

FECHA	HUMEDAD RELATIVA % RH	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (PROMEDIO) km/h
01/06/2012 00:00:00	63.3	33.4	19.5	5.0
02/06/2012 00:00:00	62.1	32.8	22.3	5.1
03/06/2012 00:00:00	64.0	31.7	21.5	4.6
04/06/2012 00:00:00	64.7	32.7	21.8	3.0
05/06/2012 00:00:00	65.9	33.0	21.6	3.7
06/06/2012 00:00:00	68.1	32.8	23.6	4.0
07/06/2012 00:00:00	67.9	34.4	23.7	4.2
08/06/2012 00:00:00	67.2	33.5	24.5	3.8
09/06/2012 00:00:00	67.1	34.7	25.0	3.7
10/06/2012 00:00:00	64.4	35.1	23.9	3.5
11/06/2012 00:00:00	64.2	34.0	24.7	3.5
12/06/2012 00:00:00	64.0	35.2	25.1	4.1
13/06/2012 00:00:00	63.4	35.3	24.4	6.3
14/06/2012 00:00:00	59.6	35.3	22.6	4.7
15/06/2012 00:00:00	58.7	35.4	23.7	4.3
16/06/2012 00:00:00	60.8	35.7	23.5	4.1
17/06/2012 00:00:00	56.2	37.0	26.3	4.4
18/06/2012 00:00:00	58.6	35.2	25.8	5.2
19/06/2012 00:00:00	65.3	36.6	26.1	5.4
20/06/2012 00:00:00	69.4	35.1	26.3	3.6
21/06/2012 00:00:00	68.8	33.8	24.7	5.3
22/06/2012 00:00:00	79.7	32.9	19.0	5.6
23/06/2012 00:00:00	76.5	32.4	24.6	5.2
24/06/2012 00:00:00	77.4	33.7	23.8	4.7
25/06/2012 00:00:00	73.6	33.1	24.3	4.3
26/06/2012 00:00:00	71.4	33.6	25.6	4.1
27/06/2012 00:00:00	73.1	33.2	24.9	5.7
28/06/2012 00:00:00	66.3	35.9	25.7	5.8
29/06/2012 00:00:00	62.6	35.1	24.9	4.3
30/06/2012 00:00:00	60.6	35.4	25.8	4.3

FECHA	HUMEDAD RELATIVA % RH	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (PROMEDIO) km/h
01/07/2012 00:00:00	64.2	34.2	25.5	8.0
02/07/2012 00:00:00	73.0	32.8	23.7	5.2
03/07/2012 00:00:00	67.3	34.5	22.5	4.8
04/07/2012 00:00:00	62.5	34.0	24.4	5.0
05/07/2012 00:00:00	59.1	35.4	24.6	4.9
06/07/2012 00:00:00	56.0	37.5	24.6	6.1
07/07/2012 00:00:00	60.9	33.8	25.4	4.9
08/07/2012 00:00:00	57.7	36.7	24.4	5.3
09/07/2012 00:00:00	61.1	35.2	24.7	4.6
10/07/2012 00:00:00	63.0	34.6	25.5	4.4
11/07/2012 00:00:00	59.6	35.9	26.0	6.0
12/07/2012 00:00:00	66.6	34.8	24.0	6.0
13/07/2012 00:00:00	76.6	33.9	23.2	3.7
14/07/2012 00:00:00	78.6	33.5	24.1	3.6
15/07/2012 00:00:00	77.5	34.9	23.8	3.8
16/07/2012 00:00:00	76.4	34.1	22.6	4.3
17/07/2012 00:00:00	75.2	35.0	24.1	4.7
18/07/2012 00:00:00	70.8	34.4	23.5	4.1
19/07/2012 00:00:00	68.0	36.1	23.9	4.4
20/07/2012 00:00:00	70.1	36.5	23.8	3.1
21/07/2012 00:00:00	67.6	37.5	24.1	3.6
22/07/2012 00:00:00	64.8	35.8	27.3	3.9
23/07/2012 00:00:00	65.4	35.9	25.7	5.2
24/07/2012 00:00:00	64.3	35.9	24.6	3.8
25/07/2012 00:00:00	64.9	36.0	26.1	4.4
26/07/2012 00:00:00	61.9	36.8	25.1	6.3
27/07/2012 00:00:00	71.0	37.2	25.6	2.4
28/07/2012 00:00:00	80.0	34.1	23.6	1.8
29/07/2012 00:00:00	72.0	37.2	23.5	3.1
30/07/2012 00:00:00	64.9	37.0	24.4	4.1
31/07/2012 00:00:00	61.7	36.5	22.3	3.9