

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

“ANTONIO NARRO”

**DIVISION DE INGENIERIA**



**DETERMINACION DE LA TENSION OPTIMA DE HUMEDAD EN EL CULTIVO  
DEL SORGO (*Sorghum vulgare*) BAJO RIEGO POR GOTEO EN LA  
REGION DE ANAHUAC, NUEVO LEON.**

Por:

**SALVADOR LOPEZ ESPINOZA**

***TESIS***

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

***Ingeniero Agrónomo en Irrigación***

***Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Marzo de 1999***

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE INGENIERIA**

**Determinación de la Tensión Optima de Humedad en el Cultivo del Sorgo  
(*Sorghum vulgare*) Bajo Riego por Goteo en la Región de Anáhuac,  
Nuevo León.**

**Realizado por:**

**Salvador López Espinoza.**

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

**Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACION**

**APROBADA**

---

**M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos**

Presidente del jurado

---

**M.C. Marco Antonio Arrellano García.**  
*Asesor principal externo*

---

**M.C. Lindolfo Rojas Peña**  
*Sinodal*

---

Ing. Rolando Sandino Salazar  
**Sinodal**

---

Ing. Jesús R. Valenzuela García  
**Coordinador de la División de  
Ingeniería**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila México, Marzo de 1999.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **A MI ALMA MATER:**

Con gran respeto y admiración por darme la oportunidad de haberme formado en su seno y por darme la fortaleza para lograr esta gran meta en mi vida.

### **AL DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE.**

Mediante sus maestros me brindaron, las bases y conocimientos que he adquirido digno de admiración.

AL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRICOLA “CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL ANAHUAC”.

Por ayudarme en la realización de mi trabajo de tesis.

AL MC. LUIS EDMUNDO RAMIREZ RAMOS.

Mis mas sinceros agradecimientos por el gran apoyo hacia mí persona y a este trabajo realizado.

AL MC. MARCO ANTONIO ARELLANO GARCIA.

Por sus conocimientos adquiridos y sugerencias al presente trabajo de tesis.

AL MC. LINDOLFO ROJAS PEÑA.

Por su cooperación y sugerencias en la revisión de este trabajo de tesis.

ING. ROLANDO SANDINO SALAZAR.

Por su apoyo a realización de este trabajo.

A todas aquellas personas que en mí paso por la Universidad me brindaron consejos para mi formación como profesional, a todas ellas mil gracias, nunca los olvidare.

### **DEDICATORIAS.**

A DIOS.

Por haberme permitido vivir y seguir viviendo. Por darme la oportunidad de realizar uno de mis grandes metas, junto a lo que más quiero; a mi familia por darme la fortaleza para seguir por el sendero de la vida.

Este trabajo esta dedicado a los que me dieron lo más bello y maravilloso del mundo.

La vida y porque siempre han creído en mí.

MIS PADRES.

Sr. Artemio López Pérez.

Sra. Laura Espinoza Niz De López.

A MIS HERMANOS.

Oscar.

Isabel.

Adán.

Guadalupe

Concepción.

Verónica

Celia.

A MIS SOBRINOS.

Cristina, Ana Isabel, Ernesto, Eduardo, Romeo, Oscar, Luis y Ana Mayra.

A LAS PERSONAS ESPECIALES.

A la Sra. Anatolia, A mí cuñado Eloy y la Sra. Cristina Morales.

A LA FAMILIA.

⇒ Quintero Rodríguez.

⇒ Quintero Alvarez.

⇒ Hernandez Quintero.

⇒ Míreles Quintero.

⇒ Tello Quintero.

⇒ Mellado Quintero.

Por darme su gran amistad y cariño, en especial a la **Sra. Agustina Rodríguez** y el **Sr. Víctor Quintero**, A todos ellos muchas gracias, nunca los olvidare.

**AL ING. MARIA DEL ROCIO PARADA HERNANDEZ.**

Con mucho cariño, respeto y admiración hacía su persona por creer en mí; a todo ello gracias, su recuerdo irá siempre conmigo.

AL ING. ENRIQUE MANDUJANO ALVAREZ.

Por su gran amistad y sus consejos hacia mi persona, el cual es digno de respeto y admiración, ya que de él he aprendido muchas cosas durante mi estancia en la Universidad.

AL ING. VICTOR FLORES HUERTA.

Con respeto para un gran amigo.

AL ING. MARIO GARZA GARZA.

Por su amistad y consejos.

AL ING. ELYN BACOPULOS TELLEZ.

Por sus consejos y su gran amistad.

AL MC. REFUGIO A. DEL CAMPO PEREZ.

Por sus sabios consejos y su amistad.

AL MC. LUIS SAMANIEGO MORENO.

Por sus consejos y su gran amistad.

A MIS COMPAÑEROS DE GENERACIÓN LXXXVI DE IRRIGACIÓN.

Pablo, Marcos, J. Luz, Juan de Dios, Gregorio, y Valentín.

A MIS AMIGOS.

Nellybeth, Javier, Gabriel, Angel, Francisco, Misael, Claudia, Rocío Guadalupe, Marianela, Carlos Fernando, Sergio, Guillermo Salazar, Elsa A. Reyes, Orlando (prix), Eduardo Barrera, Javier Pérez, Hugo Rosas, Jacobo, Paco, Por mencionar algunos, a todos ellos gracias por su amistad.

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS.....	2
HIPOTESIS .....	3
REVISION DE LITERATURA .....	4
Origen Geográfico .....	4
Origen Citogenetico .....	5
IMPORTANCIA DEL CULTIVO .....	7
Importancia Mundial .....	7
Importancia Nacional .....	8
Importancia Regional .....	10
DESCRIPCIÓN BOTANICA .....	11
Ciclo Vegetativo .....	11
Clasificación Sexual .....	12
Sistema Radicular .....	12
Tallos .....	14
Hojas .....	15
Flores .....	15
Grano .....	17
CONDICIONES ECOLOGICAS Y EDAFICAS .....	17
Temperatura .....	18
Humedad .....	19
Altitud .....	20
Latitud .....	20
Fotoperiodo .....	20
Suelos .....	21
PRACTICAS DE CULTIVO .....	24
Preparación del Suelo .....	24
Densidad de Siembra .....	25

Variedades .....	26
Desinfección de Semillas .....	27
Método de Siembra .....	27
Fertilización .....	28
Herbicidas .....	29
Labores de Cultivo .....	31
Riegos .....	32
Método de Cosecha .....	33
PLAGAS Y SU CONTROL .....	35
Mosca de la Panoja .....	35
Biología .....	36
Gusano Cogollero .....	37
Gusano Bellotero .....	38
Pulgones .....	38
Gusanos Cortadores y Gusanos Saltarín .....	40
Gusanos Barrenadores .....	40
Pájaros .....	40
ENFERMEDADES Y SU CONTROL .....	41
Enfermedades en Semillas y Plantulas .....	42
Enfermedades del Tallo .....	43
Enfermedades de las hojas .....	45
Enfermedades Causadas por Bacterias .....	45
Enfermedades Causadas por Hongos .....	46
Enfermedades de las Panículas .....	46
Normas Generales Para el Control de Enfermedades .....	50
EL FERTIRRIEGO EN LA AGRICULTURA .....	52
Ventajas .....	54
Desventajas .....	56
METODOS DE RIEGO Y FERTIRRIEGO .....	57
SISTEMAS DE RIEGO APTOS PARA LA AGRICULTURA.....	59
Riego Por Goteo .....	59

FERTILIZANTES UTILIZADOS .....	61
Nutrientes Primarios .....	62
Micronutrientes .....	64
DEFINICION DE RIEGO LOCALIZADO Y COMPONENTES .....	64
El Riego Localizado .....	66
Desventajas .....	68
MATERIALES Y METODOS .....	68
Localización del Sitio Experimental .....	68
Ubicación Geográfica y sus limites .....	70
Area de Influencia .....	70
Características del Sitio Experimental .....	71
Suelo .....	71
Clima .....	72
Temperatura .....	72
Precipitación .....	74
Viento .....	74
Humedad Relativa .....	75
Materiales .....	75
Metodología de Observación .....	76
Parámetros de Humedad del Suelo .....	77
Retención de Humedad del Suelo .....	77
Tensiometro .....	80
Método de Resistencia Eléctrica .....	81
Irrómetro Digital Para Medir las Mezclas del Suelo .....	82
Relación Entre Tensión y la Humedad del Suelo .....	82
CRONOLOGIA DE EVENTOS .....	83
Preparación del Cultivo .....	83
Instalación del Sistema de Riego .....	83
Siembra .....	83
Labores de Cultivo .....	84
Control de Plagas .....	84

Fertirrigación .....	84
Cosecha .....	84
Actividades que se Realizaron en General .....	85
Resultados y Discusiones .....	87
Conclusiones .....	100
Recomendaciones .....	101
BIBLIOGRAFIA .....	102

### **INDICE DE CUADROS.**

<b>Cuadro No. 1</b> Clasificación Taxonómica.	<b>6</b>
<b>Cuadro No. 2</b> Regiones Donde se Recomiendan Dosis de Fertilización.	<b>23</b>
<b>Cuadro No. 3</b> Fecha de Cosecha de Algunas Regiones del País.	<b>27</b>
<b>Cuadro No. 4</b> Otras Plagas que Atacan al Cultivo de Sorgo.	<b>33</b>
<b>Cuadro No. 5</b> Resultados del Análisis Fisico-Quimico Practicado en las Muestras del Suelo.	<b>60</b>
<b>Cuadro No. 6</b> Etapas de Fertilización y Porcentajes Aplicados de Cada Nutriente.	<b>65</b>
<b>Cuadro No. 7</b> Calculo de la Evapotranspiración Para el Sorgo por el Método de Grassi y Christiansen.	<b>67</b>
<b>Cuadro No. 8</b> Análisis Estadístico Para Cada Tratamiento de Numero de Panojas en Sorgo RB-4000.	<b>80</b>

Cuadro No. 9 <b>Análisis Estadístico Para Cada Tratamiento de Rendimiento en Kilogramos Por Hectárea de Sorgo RB-4000.</b>	81
<b>Cuadro No.10</b> Diferencia de las Medias Significativas (DMS) en Rendimiento del Cultivo de Sorgo RB-4000.	82
Cuadro No. 11 <b>Diferencia de La Media Significativa del Numero De Panojas del Cultivo de Sorgo RB-4000.</b>	83

#### INDICE DE FIGURAS

<b>Figura No. 1</b> Comportamiento de la Temperatura en el Ciclo del Cultivo de Sorgo.	61
<b>Figura No. 2</b> Coeficiente Periódico Para el Cultivo de Sorgo RB-4000 en el Ciclo Primavera-Verano Para la Región Anáhuac.	66
<b>Figura No. 3</b> Comportamiento de la Evapotranspiración en el Ciclo del Cultivo de Sorgo RB-4000.	67
<b>Figura No. 4</b> Comportamiento de la Tensión de la Humedad del Suelo de 10-20 Centibares (Cb) de los Días Después de la Germinación en Sorgo RB-4000.	68
<b>Figura No. 5</b> Comportamiento de la Tensión de Humedad del Suelo de 30-40 Centibares (Cb) de los Días Después de la Germinación en Sorgo RB-4000.	69
<b>Figura No. 6</b> Comportamiento de la Tensión de Humedad del Suelo de 50-60 Centibares (Cb) de los Días Después de la	70

Germinación en Sorgo RB-4000.

**Figura No. 7** Comportamiento de la Tensión de Humedad del Suelo de 100-110 y 30-40 Centibares (Cb) de los Días Después de la Germinación en Sorgo Rb-4000. **71**

**Figura No. 8** Comportamiento de la Tensión de Humedad del Suelo de 100-110 Centibares (Cb) de los Días Después de la Germinación en sorgo Rb-4000. **72**

**Figura No. 9** Comportamiento del Área Foliar a Diferentes Tensiones de Humedad en el Cultivo de Sorgo Rb-4000. **73**

**Figura No. 10** Rendimiento del Cultivo de Sorgo RB-4000 en Función de la Tensión de Humedad del Suelo en Centibares (Cb) y Con Respecto al Consumo de Agua. **74**

**Figura No. 11** Comportamiento en el Uso eficiente del Agua. **75**

**Figura No.12** Comportamiento del Numero de Panojas en Sorgo RB-4000. **76**

## INTRODUCCION

Los principales problemas que enfrenta la humanidad tanto a nivel nacional como mundial es la escasez de alimentos ocasionados por el rápido crecimiento de la población, así como la falta, la mala distribución del agua y de tierras cultivables; este problema se agudiza aun más en las regiones áridas y semiáridas debido a la insuficiencia de aguas , sobre todo en épocas de sequía, y abatimiento o deterioro de los acuíferos, esta situación origina crisis y problemas en las actividades económicas y por lo tanto perjudica calidad de vida de la población.

El panorama agrícola económico en nuestro país se ha visto alterado con el surgimiento del tratado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá, lo anterior obliga a los agricultores mexicanos a perfeccionar sus modernos sistemas de producción incrementando el aprovechamiento de los recursos del agua y suelo. El agua para riego es un elemento relativamente escaso y caro en México por lo que es necesario encontrar mecanismos que permitan aumentar la eficiencia del uso del agua.

La mayor parte de este recurso agua que se aplica en las áreas habilitadas para riego en el País, se realiza mediante sistemas tradicionales, denominados como riego por gravedad, la eficiencia de aplicación del agua en estos sistemas es baja, por lo general al 50 %, lo cual quiere decir que gran parte de ella no

cumple efectivamente la función de contribuir a la distribución de la biomasa.

Una causa importante de la ineficiencia de los métodos de riego por gravedad es atribuible a la forma en que el agua es transportada hasta los puntos de aplicación dentro de los predios y la manera como ésta es dispersada a los cultivos. Con el propósito de elevar la eficiencia de aplicación del agua de riego se han ideado nuevas tecnologías agrícolas, dentro de ello se tiene a riegos presurizado; como son: aspersión, goteo, microaspersión, y la utilización de la que requiere una mayor necesidad de conocimiento de la nutrición de las plantas con respecto a su ambiente. La practica de fertirrigación requiere en nuestro país de investigación que oriente en el mejor manejo del agua de riego y de la nutrición vegetal.

## **OBJETIVOS.**

Determinar las tensiones de humedad en el suelo que más favorezcan la producción de los cultivos principalmente del sorgo mediante un desarrollo sanitario (sin la presencia de enfermedades) y a su vez incrementar el potencial de rendimiento en la región de Anáhuac; N. L.

## **HIPOTESIS.**

A menor valor de tensión de humedad del suelo mayor es el rendimiento.

## **REVISIÓN DE LITERATURA.**

**Robles** (1990) señala que el cultivo de sorgo es una excelente gramínea; que ha adquirido una creciente importancia en los últimos años, debido principalmente a que se ha observado puede sustituir al maíz en la mayoría de los usos que se destina, como la alimentación humana; y la industrialización, pero principalmente es utilizado por los ganaderos para la engorda de sus animales. La capacidad del sorgo para tolerar la sequía, el álcali y las sales, lo constituyen como un recurso básico para la economía nacional, y especialmente para aquellas regiones áridas y semiáridas donde las precipitaciones pluviales son insuficientes para el establecimiento de otras especies. En general, podemos decir que este cultivo se desarrolla bien la mayoría de los suelos que predominan en la región, sin embargo, se presentan algunos problemas que limitan la capacidad productiva, algunos de los cuales son los siguientes:

Escasez de agua debido a las bajas precipitaciones;

Mala distribución de las precipitaciones, los acuíferos no se recargan suficientemente;

El bombeo abate a las reservas que se utilizan en el riego y el sobre pastoreo de las praderas, que ocasiona un detrimento de las características físico-químicas de los suelos.

## **ORIGEN GEOGRAFICO.**

Se cree que el sorgo (*Sorghum vulgare*; L.) Moench es originario del África en la

zona ecuatorial; su propagación a otras regiones del planeta se atribuye a la mano del hombre, así mismo el sorgo ha sido conocido en la India desde las épocas prehistóricas y se sabe que se producía en Asiria, ya en 700 a. C. **Plino** dijo que el sorgo había sido llevado a Roma desde la India, al parecer el sorgo llegó a China hasta el siglo XVIII. Este origen geográfico se determina por investigaciones hechas en todos los lugares factibles, en los cuales se podría desarrollar, posteriormente se determina en que lugar se encuentra la mayor diversidad de especies, el lugar de origen de esa planta, por ejemplo en África se encontraron varias especies de las cuales se citarán sólo unas cuantas con su número cromosómico, estos son las siguientes:

Sorghum bicolor	2n = 20
Sorghum versicolor	2n = 10
Sorghum vulgare var. Sudanese	2n = 20
Sorghum halapense	2n = 40
Sorghum alnum	2n = 40

**Robles** (1990) se considera que el sorgo tiene 5,000 años como especie cultivada, esta edad se le ha estimado como planta cultivada por el hombre para sus diversos aprovechamiento.

**Wall y Ross** (1975) existen indicios de que el sorgo apareció en tiempos prehistóricos, entre 5,000 y 7,000 años atrás, siendo originario de África Oriental, donde aparentemente sus semillas fueron llevadas a diversas partes del hemisferio occidental por esclavos durante los siglos XVII y XVIII.

**Alibiñana** (1984) señala que el sorgo se cultiva desde varios miles de años antes de la era cristiana en la zona seca del viejo continente, concretamente África ecuatorial India y China.

**Doggett** (1970) menciona que otras versiones señalan a Etiopía como el lugar donde el sorgo se utilizó por primera vez como planta cultivada, y está de acuerdo con Wall y Ross (1975) al atribuir su propagación a la mano del hombre.

### **ORIGEN CITOGENÉTICO.**

El sorgo pertenece a la familia gramínea, tribu andropogoneae, esta tribu andropogoneae comprende dos géneros de sorgo y el género saccharum; el número básico de cromosomas entre la tribu Maydeae y la tribu Andropogoneae es de 5 y 10, por lo tanto, la poliploidia ocurre frecuentemente entre las dos tribus.

### **Cuadro No. 1 Clasificación Taxonómica.**

<b>CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Reino</b>	<i>Vegetal.</i>
<b>División</b>	<i>Trachaeophyta.</i>
<b>Subdivisión</b>	<i>Pteropsidae</i>
<b>Clase</b>	<i>Angiospermae</i>
<b>Subclase</b>	<i>Monocotiledoneae</i>
<b>Grupo</b>	<i>Glumiflora</i>
<b>Orden</b>	<i>Graminales</i>
<b>Familia</b>	<i>Graminae</i>
<b>Subfamilia</b>	<i>Panicoideas</i>
<b>Tribu</b>	<i>Andropogoneae</i>
<b>Género</b>	<i>Sorghum</i>

<b>Especie</b>	<i>Vulgare o bicolor</i>
<b>Variedad botánica</b>	<i>Sudanense</i>
<b>Variedad botánica</b>	<i>Technicum</i>
<b>Variedad botánica</b>	<i>Almum</i>
<b>Variedad comercial</b>	Diversas para grano
<b>Variedad comercial</b>	Diversas para forraje

**Clayton** (1961) citado por Doggett (1970), sostiene que el nombre correcto para llamar a los sorgos cultivados es *Sorghum bicolor* (linn.) Moench, nombre que debe ser según Clayton adoptado.

**Doggett** (1970) menciona que definir un nombre específico para denominar a los sorgos cultivados ha sido un tema muy discutido por numerosos investigadores, pero considera que el nombre más utilizado es el de *Sorghum vulgare*. (Pers.).

## **IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CULTIVO.**

### **IMPORTANCIA MUNDIAL.**

**Robles** (1990) menciona que el sorgo es un cultivo rústico que posee un conjunto de características fisiológicas entre las que destacan, su resistencia a las altas temperaturas, su tolerancia al estrés hídrico y su adaptabilidad a ser cultivado en terrenos con ciertas proporciones de sales solubles; éstas cualidades le han ganado una creciente importancia en el ámbito mundial, y de especial interés para aquellas regiones del mundo donde las condiciones ambientales limitan o impiden la producción de otros cultivos. El cultivo del sorgo se cultiva en muchas regiones de África y extensamente también en la India, China, Manchuria y los Estados Unidos de Norteamérica; se calcula que en los Estados Unidos se siembra alrededor de 10 millones de hectáreas, con una estimación de 65 % para grano, 20% para forraje, 10 % para ensilaje y 5 % para

otros usos. También es empleada en siembras comerciales en Asia Menor, Irán, Turkestán, Corea, Japón, Australia, el sur de Europa, México, y Sudamérica y algunas islas de las Indias Orientales y Occidentales.

**Doggett** (1970) considera al sorgo tan importante que lo sitúa en el cuarto lugar a nivel mundial, entre los cereales cultivados, después del trigo, arroz y maíz.

### **IMPORTANCIA A NIVEL NACIONAL.**

**Robles** (1990) señala que el cultivo del sorgo en México empezó a adquirir importancia aproximadamente en el año de 1958 en la zona norte de Tamaulipas al iniciarse el desplazamiento del cultivo del algodón en aquella región, de ahí fue llevado a otros estados de la República.

Con el transcurso de los años este cultivo ha adquirido cada vez mayor importancia ya que durante el ciclo 76-77 se ha extendido prácticamente a todos los estados de la República, alcanzándose una superficie aproximada de 1,240,00 hectáreas en la República Mexicana. Actualmente la región Norte de Tamaulipas sigue siendo una de las zonas donde se cultiva la mayor superficie, ya que se han estimado una superficie aproximada de 100,00 hectáreas durante el ciclo de primavera; otras regiones que ha adquirido especial importancia por la superficie y los rendimientos logrados, en la zona del bajo principalmente Guanajuato con una superficie de 300,000 hectáreas y la costa del Pacífico que comprende Sinaloa y Sonora con una superficie de 180,000 hectáreas. Los rendimientos que se obtienen son muy variables, sin embargo se tiene un promedio Nacional de 2.5 toneladas de grano por hectárea, una de las zonas donde se alcanzan los mejores rendimientos es el Bajío con 10 toneladas de grano por hectárea, así mismo el forraje en materia verde es más o menos de 30-40 toneladas por hectárea en el primer corte.

En este aspecto la Dirección General de Sanidad Vegetal **DGSV** (1980), menciona a los principales estados productores de sorgo en México, de la cual

citan que los 10 primeros lugares en orden de importancia son:

- 1) Tamaulipas.
- 2) Guanajuato.
- 3) Jalisco.
- 4) Sinaloa.
- 5) Michoacán.
- 6) Nuevo León.
- 7) Morelos.
- 8) Nayarit.
- 9) Sonora.
- 10) Chihuahua.

La Dirección General de Sanidad Vegetal (**DGSV**) (1980) estima que la superficie nacional dedicada anualmente a la producción de sorgo para grano es del orden de 1,500,000 hectáreas, lo anterior permite al país contar con una producción total anual de 5,000,000 de toneladas, que son destinadas a la producción de leche, carne y huevo al aprovecharse el grano en la industria de alimentos balanceados para aves y ganado.

Así mismo el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria **INIA** (1982) reporta que el consumo nacional de sorgo en 1980 fue de 7,000,000 toneladas por lo que la producción de 5,000,000 toneladas resultó insuficiente, teniendo que la importar 2.25 millones de toneladas para satisfacer la gran demanda de la industria pecuaria.

**Leland** (1982) hace mención a algunos otros usos del sorgo, aparte de la alimentación humana y animal, entre los que destacan la elaboración de una harina de grano molido empleada para hacer panes, tortillas y atoles, en Africa y América Latina.

## **IMPORTANCIA ECONÓMICA PARA LA REGIÓN.**

El Sorgo es uno de los principales cultivos de la región de Anáhuac Nuevo León, donde es irrigado a través de la presa “Don Martín”. Este cultivo representa, un aporte importante en la economía y representa una importante fuente de trabajo para los habitantes de este municipio.

El Instituto nacional de Investigación Agropecuaria **INIA** en coordinación con la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos **SARH** (1982) señala que actualmente la producción nacional de sorgo es insuficiente para cubrir la demanda de la industria pecuaria, en 1980, el consumo de sorgo fue de 7 millones de toneladas de las cuales se tuvieron que importar 2.25 millones. En el estado de Nuevo León se destina al cultivo del sorgo de grano, alrededor de 45,000 hectáreas, de estos 38,000 hectáreas se explotan bajo condiciones de riego obteniendo un rendimiento promedio de 3 toneladas por hectárea, y 7,000 hectáreas se cultivan bajo condiciones de temporal a un promedio de 2.6 toneladas por hectáreas al norte del estado, específicamente en la región ganadera de Anáhuac, N. L., se destinan anualmente a este cultivo 15,500 hectáreas de riego, obteniendo una producción media de 3 toneladas por hectáreas.

## **DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.**

### **CICLO VEGETATIVO.**

**Robles.** (1990) menciona que el sorgo, es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades y las regiones. En general las variedades de mayor rendimiento son de 120 a 140 días; más tiempo no es conveniente ya que estas variedades ocupan demasiado tiempo el terreno de cultivo, existen excepciones respecto a esta conclusión, pero son casos muy particulares debidos a factores limitantes

de la producción, la que, de cualquier manera es afectada.

**Doggett** (1970) señala que el sorgo es un cultivo anual, es decir que germina, crece, florece, fructifica y muere en menos de doce meses, aunque su ciclo indica, tiene un rango muy amplio según las variedades y regiones.

**Leland** (1982) menciona que el cultivo del sorgo necesita de 90 a 140 días para madurar, siendo las variedades cuyo ciclo fluctúa entre 100 y 120 días las que producen los rendimientos más altos, con una relación grano-paja de 1:1.

**Alibiñana** (1984) reúne a los sorgos en tres grupos; estos son de acuerdo a la duración de su ciclo corto o precoces, cuya duración puede llegar hasta 90 días; de ciclo medio o intermedios, de entre 90 y 120 días; y de ciclo largo o tardíos de más de 120 días.

### **CLASIFICACIÓN SEXUAL.**

**Robles** (1990) Clasifica al sorgo como una planta: sexual, monoica, hermafrodita, incompleta, perfecta.

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

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

Hermafrodita. Por contener el androceo y el gineceo en una misma flor.

Incompleta. Por carecer de una de las estructuras del perianto floral.

Perfecta. Por encontrarse flores que tienen los 2 órganos sexuales en la misma flor.

### **SISTEMA RADICULAR.**

**Robles** (1990) menciona que las raíces del sorgo son adventicias, fibrosas y

desarrollan numerosas laterales, la profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular es una de las razones por las cuales el sorgo es resistente a las sequías, aunque otros factores también contribuyeron a que el cultivo presenta esta resistencia de la especie. Así mismo menciona que la planta crece lentamente hasta que el sistema radicular está bien establecido, de tal forma que para la época de madurez las raíces abastecen un área foliar aproximadamente de la mitad de la del maíz, la planta puede permanecer latente durante largos periodos de sequía sin que las partes florales en desarrollo mueran, pudiendo además continuar nuevamente el crecimiento una vez que las condiciones vuelvan a ser favorables, las características antes mencionadas proporcionan al sorgo mayor resistencia a la sequía en comparación con otras especies cultivadas.

**Leland** (1982) indica que el sistema radicular del sorgo es profuso y abundante en raíces secundarias, desarrolladas a partir del primer nudo del tallo, y no de la raíz embrionaria o primaria.

**Prost** (1990) menciona que este tipo de raíces se denominan adventicias, definiéndolas como aquellas raíces que no se desarrollan como una prolongación de la raíz principal, sino a partir de tallos, hojas, ramas, etc.

**Doggett** (1970) y **Torres** (1981) señalan el sistema radicular del sorgo explora un gran volumen del suelo alcanzando profundidades de 90-120 cm lo que probablemente constituye una de las causas por las que el cultivo es capaz de soportar las altas tensiones desarrolladas bajo el déficit hídrico, y **Guerrero** (1981) menciona que el sorgo tiene un sistema radicular que puede llegar en terrenos permeables hasta 2 m. de profundidad.

## **TALLOS.**

**Robles** (1990) indica que estos son cilindros, erectos, sólidos y que pueden crecer a una altura de 0.60 m. a 3.50 m, están divididos longitudinalmente en

canutos (entrenudos) cuyas uniones las forman los nudos y de ellos emergen las hojas. Cada nudo está provisto de una yema lateral, en algunas variedades en una, dos o tres de las yemas inferiores se desarrollan para formar hijuelos; esta clase de ahijamiento no se considera indeseable, sin embargo, el desarrollo de yemas laterales en los nudos superiores tiene como resultado una especie de ramas cuyas espigas maduran mucho más tarde que la principal y por lo tanto es indeseable. La longitud de los entrenudos o canutos determina la altura de la planta, por lo que algunas variedades doble enanas, enanas y altas, de la misma precocidad y el mismo estado de madurez, tendrán el mismo número de hojas, nudos y entrenudos, siendo la diferencia en estatura debida a la longitud de los entrenudos en algunas variedades pero diferente en otras.

**Leland** (1982) describe al tallo como recto y sólido, formado por una serie de entrenudos y nudos de los que emergen las hojas, respecto a su diámetro menciona que dependiendo de la variedad este fluctúa entre 0.5 y 5 cms, volviéndose más angosto en el extremo superior.

## **HOJAS.**

**Robles** (1990) menciona que las hojas aparecen alternas sobre el tallo, las vainas foliares son largas y en las variedades enanas se encuentran superpuestas, todas las variedades varían en el tamaño de sus hojas, pero todas ellas las poseen algo más pequeñas que las de maíz. Las hojas del sorgo se doblan durante periodos de sequía, esta característica permite reducir la transpiración, contribuyendo a tan peculiar resistencia de la especie a la sequía.

## **FLORES.**

**Robles** (1990) menciona que la inflorescencia del sorgo se denomina con el nombre de panícula, ésta es compacta o semicompacta en algunas variedades como los milos, hegaris, kafirs, etcétera, y abierta en otras como los Shallus,

sorgos escoberos, el pasto Sudán, algunos sorgos forrajeros, y otros. Las florecillas son de dos clases sésiles y pediceladas, las últimas son por lo general estaminadas. Cada florecilla sésil contiene un ovario, el cual después de la fecundación se desarrolla para formar una semilla. El androceo y gineceo se encuentran cubiertos por las glumas, totalmente en algunas variedades y muy parcialmente en otras, dichas glumas son generalmente de color negro, rojo, café o color paja. Las flores de sorgo abren durante las primeras horas de la mañana y parece ser alguna reacción que ocurre en la obscuridad es necesaria para la floración.

Por otro lado cita que una panícula de sorgo llega a tener hasta 6,000 flores, cuyas antenas pueden producir hasta 24,000,000 de granos de polen, así mismo ordinariamente requiere de un periodo de 5 a 7 días para su completa floración, aunque en condiciones de temperatura relativamente baja, este periodo suele ser un poco más largo.

El sorgo generalmente sé autofecunda; sin embargo, no existe ningún obstáculo para la fecundación cruzada, ya que cuando dos variedades diferentes se encuentran en parcelas contiguas se estima el cruzamiento en un 5% o más según las variedades, el polen aparece inmediatamente después de la dehiscencia y retiene su viabilidad por menos de una hora, los estigmas, por el contrario, permanecen receptibles por varios días.

**Doggett** (1970) menciona que la inflorescencia del sorgo es una panícula con un eje central llamado raquis, de este emergen las ramificaciones primarias, secundarias y terciarias, que contienen racimos de espiguillas, algunas de las cuales son sésiles y otras pediceladas.

**Guerrero** (1981) indica que las flores tienen estambres y pistilos, pero se han encontrado en Sudán sorgos dioicos que han servido para obtener sorgos híbridos.

## **GRANO.**

**Robles** (1990) menciona que los granos de sorgo, en número de 25,000 a 60,000 por Kg, son pequeños en comparación con los de maíz, los cuales se encuentran en número de 4,000 a 8,000 por Kg, como puede notarse el número de los primeros es mucho mayor que el de los segundos.

El color de la semilla, ya sea blanco, rojo, amarillo o café proviene de complejos genéticos que envuelven al pericarpio, la mayor parte de la cariopside (fruto de las gramíneas) es endosperma, el cual se compone de almidón casi en su totalidad. Por su parte **Heath et al** (1973) indica que el número de granos de sorgo por kilogramo fluctúa entre 25,000 y 60,000.

## **CONDICIONES ECOLÓGICAS Y EDÁFICAS.**

Robles (1990) menciona que el sorgo es un cultivo que se siembra en diversos países del mundo, por lo tanto es una especie que se adapta a condiciones ecológicas y edáficas muy diversas, así mismo es susceptible de aprovecharse económicamente en siembras comerciales en regiones agrícolas con las siguientes condiciones: Temperatura, humedad, altitud, latitud, fotoperiodo, suelos

## **TEMPERATURA.**

**Robles** (1990) mencionan que se considera como temperatura media óptima para su crecimiento 26.7°C y como mínima 16°C; temperaturas medias de 16°C ya no son convenientes, pues el ciclo se alarga y bajan los rendimientos, sin embargo, se han desarrollado variedades para climas templados con temperaturas medias de 15°C. La temperatura media máxima a que se puede desarrollar el sorgo es 37.5°C.

**Albiñana** (1984) menciona que el sorgo requiere de una integral térmica, es decir, la suma de las temperaturas medias diarias durante el ciclo agrícola, del orden de los 3,000 °C.

**Guerrero** (1981) menciona que la exigencia en el calor del sorgo para grano son más elevadas que las del maíz. Para germinar necesita una temperatura de 12 a 13°C, por lo que su siembra ha de hacerse de tres a cuatro semanas después que el maíz. El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasan los 15°C, situándose el óptimo hacia los 32°C.

Al principio de su desarrollo el sorgo soporta bajas temperaturas de forma parecida al maíz y su sensibilidad en el otoño es también comparable. Los descensos de temperatura en el momento de la floración pueden reducir el rendimiento en grano. Por el contrario el sorgo resiste mucho mejor que el maíz las altas temperaturas.

## **HUMEDAD.**

**Robles** (1990). Menciona que los sorgos se cultivan ampliamente en las zonas tropicales y templadas, sin embargo pueden desarrollarse en regiones muy áridas, su mayor capacidad para tolerar la sequía, el álcali y las sales, que la mayor parte de las plantas cultivadas, hace de los sorgos un grupo valioso en las zonas marginales; por su resistencia a las sequías, es propio del sorgo cultivarse en las áreas donde la lluvia es insuficiente para el cultivo del maíz, como en aquellas que tengan una distribución de 400 a 600 mm, de precipitación media anual.

**Leland** (1982) señala que el sorgo tiene una mayor capacidad de resistencia a la sequía así como a los excesos de humedad mejor que otros cereales (especialmente el maíz). Por otra parte, el mismo autor indica que mientras el sorgo necesita de 332 litros de agua por Kg de materia seca acumulada, el maíz requiere de 368 litros de agua, por lo tanto se considera al sorgo como el

cultivo apropiado para las regiones marginales donde las precipitaciones medias anuales de 400-600 mm son insuficientes para el cultivo de otros cereales.

**Guerrero** (1981) menciona que el sorgo resiste más la sequía que el maíz, el primero es capaz de sufrir sequía durante un periodo de tiempo bastante largo y reemprender su crecimiento más adelante cuando cesa la sequía. Por otra parte, necesita menos cantidad de agua que el maíz para formar un kilogramo de materia seca.

### **ALTITUD.**

**Robles** (1990) señala que el sorgo por sus altas exigencias de temperatura, raramente se le cultiva más allá de los 1,800 metros de altura sobre el nivel del mar cultivándose favorablemente de 0 a 1,000 metros sobre el nivel del mar. En México, se ha cultivado con éxito a 2,200 metros sobre el nivel del mar, como en el valle de Toluca donde se tiene una altitud de 2,600 metros sobre el nivel del mar donde se han realizado pruebas con resultados satisfactorios, y **Doggett** (1970) señala que el sorgo se desarrolla en las zonas comprendidas entre el nivel del mar y los 2,700 metros de altura.

### **LATITUD.**

**Robles** (1990) menciona que el sorgo se puede cultivar desde los 45 grados latitud norte a los 35 grados latitud sur; en el área comprendida entre estas latitudes es donde se cultiva el sorgo con mayores rendimientos, debido a que más al norte o más al sur la temperatura es más baja y no se cultiva con buenos rendimientos.

### **FOTOPERIODO.**

**Robles** (1990) indica que el sorgo se caracteriza por tener un fotoperíodo corto, lo cual quiere decir que la maduración de la planta se adelanta cuando el periodo luminoso es corto y el oscuro largo. Sin embargo, existen diferencias en cuanto a la sensibilidad en la longitud del fotoperíodo; por ejemplo, algunas variedades botánicas como los sorgos escoberos (var. Technicum) son poco sensitivas, en tanto que las variedades Hegari y Milo son sumamente sensitivas. Estas diferencias en la sensibilidad al fotoperíodo son de origen genético y tienen como resultado diferencias en madurez que son comunes entre las diversas variedades del sorgo. Sin embargo, periódicamente ocurrieron mutaciones, las cuales se han utilizado para extender el cultivo de la especie a latitudes mayores. Existen casos en que la insensibilidad al fotoperíodo se debe, aparentemente, a la influencia de ciertas condiciones de temperatura; de aquí se desprende que el periodo de crecimiento en el sorgo tiene influencia tanto por la temperatura como por el fotoperíodo.

**Albiñana** (1984) menciona que el sorgo es un cultivo de fotoperíodo corto pues requiere un período diario de luz inferior a 14 horas para asegurar su floración.

## **SUELOS.**

**Robles** (1990) indica que el sorgo puede cultivarse en una diversidad de suelos pero da mejores resultados en los terrenos ligeros, profundos y ricos en nutrientes. En los suelos arcillosos, aunque pueden proporcionar buenos rendimientos, tienen el inconveniente de que la sequía hace daños en el sistema radicular, el agrietarse el terreno por lo que hay que recurrir al agua de riego en los casos extremos. Se ha encontrado que este cultivo puede desarrollarse en terrenos con ciertas proporciones de sales solubles que limitan la producción de otros cultivos.

En lo que se refiere también menciona que la humedad del suelo, el sorgo posee varias características que le dan resistencia a las sequías; tales como la

profusa ramificación y amplia distribución del sistema radicular, una serie de hileras de células higroscópicas se encuentran a los lados de la nervadura central, que causan que las hojas se doblen en lugar de enrollarse como el maíz; este doblamiento de las hojas se lleva a cabo más rápidamente que el enrollamiento, disminuyendo la transpiración; además, las hojas del sorgo tienen una capa cerosa que contribuye a hacer las especies resistentes a la sequía; después que sus primeras hojas se doblan, el sorgo tiene una mayor eficiencia que el maíz en lo que a consumo de agua se requiere, la capa cerosa se localiza también en los primeros entrenudos, siendo esto un mecanismo para dar a la planta mayor resistencia a la sequía.

**Albiñana** (1984) indica que el sorgo se adapta bien a muchos tipos de suelo, desde los compacto arcillosos a los suelos arenosos, aunque considera que los mejores son los francos y sus afines, como el franco arenoso, el franco arcilloso, Así mismo señala que el franco arcilloso por su mayor retención de agua y más si contiene materia orgánica que lo haga esponjoso, son mejores en los lugares donde no se disponga de abundante agua. Respecto a la reacción del suelo, el mismo autor menciona que este cultivo se adapta bien a una amplia gama, desde los suelos ácidos con pH 5.5 hasta los francamente alcalinos con un pH de 8.5, considerando la gran aptitud del sistema radicular del sorgo los suelos en los que se cultiva debe de ser profundo por lo que Albiñana recomienda que tengan como mínimo un metro y medio de profundidad. Por otra parte, el sorgo se considera de alta tolerancia a la salinidad del suelo, pudiéndose desarrollar según el mismo autor, en suelos que contengan hasta un 3 por mil de cloruro sódico o su equivalente en otras sales.

**Guerrero** (1981) afirma que el cultivo de sorgo se desarrolla bien en terrenos alcalinos, sobre todo las variedades azucaradas que exigen la presencia en el suelo de carbonato cálcico que aumenta el contenido en sacarosa de tallos y hojas. Sin embargo prefiere suelos sanos, profundos, no demasiado pesados y que Soportan la sal.

## **PRACTICAS DE CULTIVO.**

### **PREPARACIÓN DEL SUELO.**

**Robles** (1990) señala que una buena preparación del suelo facilita la germinación de la semilla y ahorra agua durante los riegos favoreciendo la eficiencia de las prácticas posteriores. Se recomienda en forma general barbechar cuando menos hasta una profundidad de 20 cms, debiendo rastrearse hasta desmenuzar los terrenos existentes; se deberá nivelar o cuando menos emparejar el terreno lo mejor posible, y **Guerrero** (1981). Menciona que el cultivo de sorgo exige una preparación del terreno similar a la del maíz, por lo tanto puede darse una labor de alzar profunda, un par de cohechos y pases de cultivador que mantengan el terreno limpio de malas hierbas.

**Córdoba** (1963). Indica que una vez determinando el terreno donde ha de cultivarse el sorgo, hay que proceder a prepararlo, como esta gramínea es por lo general de primavera, sin que por eso deje de ser de invierno en las zonas semitropicales, hay que iniciar los trabajos preliminares a mediados de la estación fría, con un paso de arado, seguido de un paso de rastra de discos; descansando el terreno por lo menos un mes, con el fin que se meteorice; más tarde se da un segundo paso de rastra de clavos, para sacar todos los vestigios de las malas hierbas; finalmente se nivela con los utensilios que se tengan a mano.

Cuando no se disponga del tiempo necesario para una larga meteorización del suelo, se debe por lo menos contar con un mes antes de la siembra para hacer todos los trabajos preparatorios; sin embargo hay que insistir en que cuanto más tiempo se deje un suelo en fermentación antes de su cultivo, es mejor porque estará en condiciones tanto físicas como químicas, para recibir la semilla y llevar un buen cultivo. En general, se puede decir que la preparación del terreno para la siembra del sorgo es la misma que para la siembra del maíz.

## **DENSIDAD DE SIEMBRA.**

**Robles** (1990) menciona que el número de plantas por hectárea es un punto fundamental para la obtención de buenos rendimientos dependiendo de las condiciones principales de la humedad, bajo las cuales vaya a efectuarse el cultivo. En siembras correspondientes a temporales deficientes o en las de riego limitado, se deberán utilizar de 4 a 6 kg./ha, de semilla; para cultivos en condiciones medias de humedad (buen temporal o mal temporal con riego de auxilio) se recomienda sembrar de 8 a 10 kg. /ha de semilla; para siembras de riego o de buen temporal uniformemente distribuido, en los cuales el cultivo del sorgo no sufrirá deficiencias de humedad, se recomienda de 10 a 12 kg./ha. De semilla. En sorgos forrajeros se recomienda 15 kg de semillas por hectáreas, pero es variable de acuerdo a las condiciones ecológicas y edáficas de las distintas regiones agrícolas.

**Guerrero** (1981) indica que la densidad de plantación no es tan importante en el sorgo como el maíz ya que por el ahijado, el sorgo puede compensar en cierta medida la falta de plantas, no obstante las plantaciones demasiado claras no son deseables. Según ensayos realizados en Francia se aconseja una densidad de 20 a 30 plantas por m<sup>2</sup> y una separación de líneas comprendida entre 20 y 60 cm. Por encima de los 60 cm, se ha comprobado en la mayor parte de los ensayos una disminución del rendimiento.

## **VARIEDADES.**

**Robles** (1990) señala que las variedades de sorgo que deben utilizarse en cada una de las zonas agrícolas del país, han sido determinadas en los campos agrícolas experimentales del Instituto Nacional de Investigación Agrícola. Por lo tanto las variedades del ciclo tardío, se emplean en siembras bajo condiciones de riego, las del ciclo intermedio corresponden a siembras de jugo o punta de riego, es decir, se les ayuda con un riego para la siembra dejándose

posteriormente su desarrollo, supeditado al agua de lluvia o temporal existente en la zona; las variedades precoces se recomiendan para siembra de temporal o bien para cualesquiera de los dos tipos de siembra antes anunciados conforme a los ciclos de rotación de cultivos utilizados en la zona.

**Guerrero** (1981) indica que entre las variedades de sorgo se distinguen sorgos tardíos, medios, precoces y muy precoces.

#### **DESINFECCIÓN DE SEMILLAS.**

**Robles** (1990) señala que siempre es recomendable tratar la semilla con algún desinfectante con el objeto de evitar enfermedades que tienen su origen en el suelo y que pueden ocasionar la pudrición del grano o de las plántulas. A este aspecto ha dado muy buen resultado el “ARAZAN”, a razón de 30 gr, por cada 25 Kg de semilla.

#### **METODO DE SIEMBRA.**

**Robles** (1990) señala que son la sembradora de maíz o algodón, utilizando los platos con las perforaciones necesarias para este tipo de semilla pequeña, se puede sembrar en suelo seco o en húmedo y sobre el surco o en el fondo, en surcos separados a 75 o 92 cm, deposítense la semilla a una profundidad uniforme de 3 cm. en el suelo seco y de 7 cm. máximo en suelo húmedo.

**Guerrero** (1981) indica que la siembra puede ser realizada con diferentes modelos de sembradoras de trigo, regulando la separación de líneas según se desee, o bien con sembradoras de maíz equipadas con tipos de discos adaptados al grano de sorgo. Es esencial no enterrar excesivamente el grano, debiendo ser de unos 2 a 4 cm. la profundidad y procurando que esta sea regular.

## FERTILIZACIÓN.

**Robles** (1990) menciona en términos generales la concordancia en que extrae intensamente nutrientes del suelo, que lo hace un mal cultivo anterior a otras gramíneas. Sin embargo, una rotación de cultivos con leguminosas, o bien, una adecuada fertilización son suficientes para obtener buenos rendimientos en cultivos posteriores al sorgo. Para conocer los requerimientos necesarios para el cultivo en un lugar se necesita hacer un análisis del suelo, sin embargo algunas recomendaciones son proporcionadas en el cuadro (2).

**CUADRO No. 2 Regiones Donde se Recomiendan Dosis de Fertilización.**

<b>REGIONES</b>	<b>APLICACIÓN DE FERTILIZANTES POR HA.</b>
Mexicali, Caborca	De 80 a 120 Kg de N.
Guaymas y Navojoa Valle del Yaqui	De 100 a 120 Kg de N. Y 40 Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Valle del Fuerte	De 120 a 160 Kg de N.
Valle de Culiacán, Sin	De 80 a 120 ó de 120 a 160 Kg de N.
El Bajío (Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro)	140-40-0 ó 70-35-0
Norte de Tamaulipas	30 a 40 hasta 80 a 100 Kg de N
Comarca Lagunera (Coahuila, Durango)	100 Kg de N. y 100-40-0

Si se toma en cuenta las necesidades de elementos químicos que la planta de sorgo debe satisfacer para la producción de granos y de rastrojos (tallo y hojas secas), las cantidades de nutrientes serán determinadas por los siguientes factores:

1. Que la planta tenga disponible en el suelo y en estado asimilable, cada uno de los nutrientes que necesite.
2. Que se le suministre la cantidad de agua (humedad) utilizable para que pueda producir el rendimiento esperado.
3. Un factor muy importante es el sistema o rotación de cosecha que siga.
4. Los métodos que se empleen para cultivar sorgo, esto se refieren a la profundidad e intervalos de las plantas y de los surcos. La óptima densidad de plantas (población), anchura de las hileras, cultivo o deshierbe, control de plagas, etcétera.
5. Factibilidad de rendimiento programado.
6. Costos de los insumos en relación con el volumen de la cosecha, su calidad y su valor en el mercado, kilogramo de nutrientes vegetales que se requieren por cada 1,000 kg de plantas de sorgo de grano.

## **HERBICIDAS.**

**Robles** (1990) afirma que es necesario mantener el sorgo libre de malezas durante los primeros 40 días a su emergencia, ya sea mediante el uso de equipo mecánico o con herbicidas. La siembra en húmedo disminuye en un alto porcentaje el problema de malezas en este cultivo, también se puede lograr esto dando un cultivo y un deshierbe después del primer riego de auxilio.

El sorgo es tolerante al 2.4-D Amina cuando tiene de 15 a 40 días de nacido; sin embargo, se recomienda aplicar el herbicida entre los primeros 15 y 20 días de nacido para evitar que las malezas bajen el rendimiento. No se recomienda hacer aplicaciones de 2.4-D en sorgos menores de 15 días ni tampoco cuando esté se encuentra en fase de embuchamiento o en floración, ya que puede

afectar seriamente su rendimiento. Aplique 2.4-D Amina en la dosis de 480 gr. de material técnico por ha. (un litro de Amina-4 ó 750 cc. De Amina-6). Evite aplicar este producto con vientos fuertes, no aplique este producto cuando existan siembras vecinas con cultivos susceptibles al 2.4-D Amina (Algodonero, cártamo, ajonjolí, soja, garbanzo, tomate, chile y algunas otras hortalizas). Se recomienda aplicar ATRAZIN de 3 a 4 kg./ha.

**Guerrero** (1981) señala que el crecimiento inicial del sorgo es lento, por lo que le perjudican las malas hierbas, sin embargo pueden ser utilizados en él los herbicidas siguientes:

En presiembra; Atracina a la dosis de 1.5 kg. de materia activa por ha, uno a dos meses antes de la siembra.

En preemergencia: Atracina (0.750 kg./ha. De materia activa) + propacloro (1.95 a 2.6 kg./ha.).

Atracina (0.750 kg./ha.) + terbutrina (1,200 kg./ha), únicamente sobre sorgo-grano.

Estos tratamientos se han mostrado selectivos del sorgo y eficaces contra la mayor parte de las cotiledones y gramíneas anuales.

En postemergencia, al estadio de tres a cinco hojas del sorgo:

Atracina (1 a 1.5 kg./ha) + 2.4-D (0.400 a 6.0 kg/ha de materia activa).

En general los tratamientos de preemergencia son preferibles.

## **LABORES DE CULTIVO.**

**Robles** (1990) indica que la finalidad principal de las labores culturales es mantener el campo limpio y libre de hierbas, los deshierbes deben de ser completamente superficiales, ya que si se hacen profundos se perjudica la masa de raíces no profundas que alimentan a la planta, el número de deshierbes deben de ser suficiente para mantener el suelo libre de malezas más o menos durante 50 días después de la siembra, pudiendo aplicar herbicidas.

También indica que una vez aplicado el herbicida no se debe de escardar, pues se perdería el efecto del mismo, siendo innecesario hacerlo, pues las hierbas no van a crecer. Sin embargo, sí es indispensable remover el suelo para hacer una segunda aplicación de Nitrogeno N. o aporcar las plantas, hay que hacerlo cuando éstas tengan las siguientes alturas por lo menos: sorgo para grano 30 a 35 cm; Sorgo forrajero 40 cm. Una de las prácticas acostumbradas en el cultivo del sorgo para el control de las malas hierbas, es cambiar la distancia entre surcos, disminuyendo ésta hasta 70 ó 75 cm., lo cual permite que al desarrollar la planta sombree la superficie del suelo impidiendo parcialmente el crecimiento de las malas hierbas.

## **RIEGOS.**

**Robles** (1990) menciona que el número de riegos depende del tipo de suelo y condiciones climáticas, sin embargo estos pueden fluctuar entre 3 y 5 durante el ciclo vegetativo del cultivo. Hay que evitar que las plantas sufran deficiencias de humedad durante los siguientes periodos críticos del cultivo:

1. En la germinación y desarrollo del cultivo.
2. En la floración.
3. Antes de la madurez (estado lechoso del grano).

En los sorgos para ensilaje se recomienda de 4 a 5 riegos después del riego de germinación y de 3 a 4 riegos para el segundo corte, según la variedad y tipo de suelo. En los sorgos para pastoreo, henificación y verde picado, se recomienda de 3 a 4 riegos después de cada aprovechamiento, de 2 a 3 riegos para el segundo corte y de 3 a 4 riegos para obtener un tercer y cuarto corte para heno y verde picado, según el tipo de suelo.

**Guerrero** (1981) menciona que el sorgo es menos exigente en agua que el maíz, aunque no deben regatearse los riegos. generalmente pueden

considerarse como suficientes cinco riegos. El período crítico de agua del sorgo va desde el momento en que aparece la panícula en las hojas del vértice de la planta hasta el fin del estado lechoso del grano.

Al tamaño corto de los tallos, el riego por aspersión es más fácil de realizar que en el maíz y menos exigente en mano de obra. Cuando la cantidad de agua es insuficiente para asegurar una buena producción de maíz, es sustituido el maíz por el sorgo por resistir más a la sequía este último.

#### **METODO DE COSECHA.**

**Robles** (1990). Menciona que la cosecha se hace una vez que el grano alcanza su madurez completa, y su contenido de humedad sea tan bajo como para asegurar un trabajo eficiente de la máquina trilladora, si se tiene urgencia de desocupar el terreno para establecer otro cultivo o por alguna otra razón, la cosecha se puede efectuar cuando el grano tenga un 20% de humedad, siempre y cuando se cuente con secadoras; si el grano va a entregarse directamente a los almacenes, es necesario esperar hasta que el grano tenga de 12 a 15 % de humedad. En este caso la segadora se ajusta a una altura tal que corte la menor cantidad posible de hojas, ya que éstas tienden a aumentar el contenido de humedad del grano y causan aumentos de temperatura y fermentación en, silo o el almacén, en el cuadro se presentan algunas recomendaciones por región.

**Cuadro No. 3 Fechas de Cosecha de Algunas Regiones del País.**

<b>REGIÓN</b>	<b>CICLO</b>	<b>PERIODO DE COSECHA</b>
<b>Valle del Yaqui, del Mayo y de Guaymas</b>	Siembra de primavera.	15 de julio a 15 de agosto.
	Siembra de verano	Todo diciembre.
<b>Costa de Hermosillo</b>	Siembra de primavera.	Todo julio.
	Siembra de verano	Todo noviembre.
<b>Región Caborca.</b>	Siembra de verano	1º de septiembre al 15 de

		octubre.
<b>Carrizo</b>	Siembra de primavera.	1° de junio al 31 de julio.
	Siembra de verano	15 de noviembre al 15 de diciembre.
<b>Fuerte, Guasave y Guamúchil Culiacán</b>	Siembra de primavera	1° de junio al 31 de julio.

El sorgo debe de cosecharse para forraje cuando las semillas alcancen el estado de masa o un poco más duras, es este periodo es cuando dan el mayor tonelaje de materia seca y contienen la menor cantidad de ácido cianhídrico, así mismo el forraje es más apetecido. Del espigamiento a la madurez, el peso total puede aumentar cerca de un 40% debido principalmente al aumento de tamaño en la semilla y al contenido de azúcar en los tallos.

Por otra parte indica que todos los sorgos contienen en mayor o menor grado compuestos que producen el veneno conocido como ácido prúsico o cianhídrico, el zacate Sudán que contiene menos de esta substancia, pueden pastorearse, pero nunca debe hacerse antes de que alcance 50 cm. de altura, ni después de una helada o una sequía prolongada. Los demás sorgos para forraje nunca deben pastorearse antes de su madurez, por lo general, la muerte del ganado ocurre cuando se introduce a pastorear en un campo de sorgo tierno.

## **PLAGAS Y SU CONTROL.**

**Robles** (1990) menciona que el uso de insecticidas específicos es muy importante, dado que son varios los insectos que actúan como plagas de este cultivo, mermando la cosecha y en algunos casos, acabándola por completo, dentro de estos se tienen:

**Mosca de la panoja del sorgo o “mosca midge”.**

**Robles** (1990) indica que una de las plagas más importantes del sorgo en México es la mosca de la panoja o “mosca midge” como es llamada comúnmente la contarina sorghicola. Se ha observado que infestaciones fuertes de esta plaga reducen considerablemente el número de granos en las panojas de tal manera que donde debería haber cientos de granos se encuentra sólo unas decenas. En esta forma un rendimiento de 5 ton./ha, puede quedar reducida a 500 Kg, haciendo así incosteable aun la operación de trilla. Ninguna variedad de sorgo parece escapar al ataque de esta mosquita, que además de los sorgos infesta al zacate Johnson, pasto Sudán y algunas especies de zacates locales. La mosquita inverna como larva dentro de un coscón, principalmente en el zacate Johnson, emergiendo cuando se encuentran en flor, así mismo se reproduce en las primeras panojas y, en el momento en que florecen las siembras tempranas de sorgo comercial, pasan al mismo, el principal vehículo de diseminación es el viento, el que lleva al adulto a grandes distancias.

## **BIOLOGIA.**

**Robles** (1990) indica que la mosca puede ovipositar de 30 a 100 huevecillos en un día, siendo éstos de un color transparente que un tinte color naranja, con la apariencia de una cápsula; su tamaño es de 0.03 a 0.06 mm, de ancho y 0.14 a 0.31 mm. de largo. A los dos días de puestos los huevecillos, emergen pequeñas larvas, las cuales pasan a color anaranjado, a medida que se alimentan de la gluma, se mueven hacia el ovario, consumiéndolo y evitando la formación de la semilla. Posteriormente de 9 a 11 días después llegan a su máximo desarrollo, pasando a puparium de color anaranjado oscuro. La larva mide de 0.571 mm. de ancho por 2 mm. de largo.

**Quiroz et al.** (1980) consideran a la mosca midge como la más cosmopolita de todas las plagas del sorgo, ya que aparece en casi todas las regiones

sorgueras del mundo.

**Wall y Ross** (1975) señalan que las hembras de la mosquita del sorgo, de menos de 2 mm, de longitud y de color anaranjado, depositan de 30 a 100 huevecillos en las espigas en floración.

El Campo Agrícola Experimental Anáhuac **CAENA** y el Instituto Nacional de Investigación Agrícola **INIA** (1985) reporta que las pérdidas ocasionadas por la mosca midge alcanza hasta el 100 % cuando no se controla y recomienda como medida preventiva la eliminación de las plantas hospederas donde inverna la plaga como el zacate Johnson.

**Gusano Cogollero:** (*Spodoptera frugiperda*).

**Robles** (1990) indica que esta plaga al igual que en el maíz, ataca al follaje del sorgo desde la emergencia hasta poco antes del espigamiento, las palomillas ponen masas de huevecillos sobre las hojas, las larvitas se dirigen al cogollo del cual se alimentan, dando como resultados que las hojas salgan rasgadas o perforadas. Si existen ataques fuertes durante la emergencia de las plantitas, se recomienda controlar la plaga para evitar que sean destruidas. En ataques posteriores, sólo se recomienda el control de la plaga cuando haya un mínimo de 50 % de plantas dañadas, las aplicaciones de Telodrín granulado al 1.5 % a razón de 5 a 10 kg./ha. y aplicado con dispositivo tipo salero, controlan bien la plaga y a bajo costo.

La Dirección General de Sanidad Vegetal **DGSV** (1980) describe a los huevecillos del gusano Cogollero como esféricos de color verde pálido y cubiertos por un material algodonoso de color blanco, de donde emergen las larvas de color café amarillento con tres franjas claras sobre el dorso y a todo lo largo de su cuerpo.

## **GUSANO BELLOTERO** (*helicoverpa zea*).

**Robles** (1990) menciona que el gusano bellotero es también una plaga importante que ataca a la panoja, los huevecillos son depositados en la propia panoja.

## **PULGONES.**

**Robles** (1990) menciona que esta plaga está representada por dos especies diferentes:

Pulgón del follaje (*Schizaphis graminum*).

Pulgón del cogollo (*Rhopalosiphum maidis*).

El pulgon del follaje causa el daño en el envés de las hojas inferiores, formando manchas amarillas que después se tornan anaranjadas y finalmente necróticas, llegando a secar las plantas chicas. Estos insectos son importantes únicamente en el ciclo de primavera, ya que la siembra se efectúa durante enero y febrero, siendo las condiciones de baja temperatura propicias para su aumento.

El pulgon Cogollero se presenta en focos de infestación, en poblaciones numerosas atacando al cogollo, de donde pasan a las panojas y al follaje. Las plantas infestadas se enmielan y posteriormente toman una coloración negruzca.

En todas las regiones del mundo en donde se cultiva el sorgo, frecuentemente se observan infestaciones de Pulgones cuyo daño consiste como lo señala **CAEANA, INIA** (1985) en que estos organismos se alimentan de la savia de la planta, lo cual retrasa su desarrollo o inclusive, si la infestación es severa la planta muere.

La Dirección General de Sanidad Vegetal **DGSV** y La secretaria de Agricultura Y Recursos Hidraulicos **SARH** (1980), indica que estos organismos secretan una mielecilla que favorece el crecimiento de hongos llamados fumagínas, formando una capa negruzca que interfiere la función normal del follaje, además de dificultar la trilla y disminuir la calidad del grano.

### **GUSANOS CORTADORES Y GUSANOS SALTARÍN.**

**Robles** (1990) menciona que especies de *Agrotis*, *Chorizagrotis*, *Pseudaletia* y *Elasmopalpus lignosellus*, son un grupo de larvas de mariposas que trozan las plantas después de la emergencia, en infestaciones altas los daños son tan fuertes que es preferible rastrear y volver a sembrar, ya que grandes áreas o secciones de surcos quedan sin plantas, se recomienda que los campos se inspeccionen frecuentemente después de la emergencia para detectar los primeros focos de infestación. La plaga se puede controlar con una aplicación terrestre de Dildrín 20 % a razón de 1.5 lt./ha., y con cebos envenenados.

### **GUSANOS BARRENADORES:** (*Chilo spp.* Y *Zeadiatrae grandiossella*).

**Robles** (1990) menciona que las larvas de estas mariposas atacan al follaje, simultáneamente con el cogollero, las larvas barrenan el tallo matando a las plantas pequeñas y debilitan a grandes, las plantas barrenadas se caen fácilmente por efectos de vientos fuertes. En infestaciones severas el control se debe de efectuar antes de que la larva barrene el tallo, es decir, cuando aún se encuentre en los cogollos.

### **PÁJAROS.**

El ataque de pájaros representa para el cultivo del sorgo un problema serio, y sus daños son de consideración tanto al momento de la siembra como antes de

la cosecha, por lo que **CAEANA, INIA** (1985) recomienda mantenerlos alejados, sobre todo cuando se presenta en parvadas.

Existen otras plagas las cuales se muestran en el cuadro (4)

**Cuadro No. 4 Otras Plagas que Atacan al Cultivo de Sorgo.**

<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
<b>Chicharritas</b>	<i>Dalbulus spp.</i>
<b>Diabroticas</b>	<i>Diabrotica spp.</i>
<b>Gallina ciega</b>	<i>Phyllophaga spp.</i>
<b>Gusano de alambre</b>	<i>Fam. Elateridae.</i>
<b>Gusano de la panoja del sorgo</b>	<i>Heliothis zea (Broddie).</i>
	<i>Celama sorghiella (Riley).</i>
<b>Gusano peludo</b>	<i>Estigmene acrea.</i>
<b>Gusano elotero</b>	<i>Heliothis zea.</i>
<b>Gusano soldado</b>	<i>Prorachia daria (Druce)</i>
	<i>Spodoptera spp.</i>
<b>Picudos</b>	<i>Nicentrus testaceipes (Champ).</i>
<b>Pulga negra o saltona</b>	<i>Chaetocnema sp.</i>
	<i>Epitrix sp.</i>
<b>Trips</b>	<i>Frankliniella spp.</i>
	<i>Hereothrips phaseoli (Hood).</i>

#### **ENFERMEDADES Y SU CONTROL.**

**Robles** (1990) menciona que las plantas del sorgo son afectadas desde que nacen hasta que se cosechan, tales enfermedades se manifiestan en las raíces, los tallos, las hojas, y las panículas, o los granos. La cuantía de los daños que causan depende del momento en que se producen en la parte de la planta que

afectan y así como de la cantidad de plantas afectadas, todo está íntimamente ligado con una serie de factores como: condiciones climáticas, susceptibilidad de la variedad o del híbrido del sorgo a la enfermedad, vigor de las plantas, y otros.

Según la parte de la planta que afectan, se pueden formar cuatro grupos con las enfermedades más comunes son:

- ❖ Las que afectan a las semillas, durante la germinación o a las plantas recién nacidas, reduciendo así la población durante la primer etapa del cultivo.
- ❖ Las que causan pudrición en las raíces y los tallos que impiden el normal desarrollo de las plantas o su maduración oportuna.
- ❖ Las que afectan a las hojas, reduciendo el valor forrajero de las plantas e influyen negativamente, aunque sea en pequeña escala, sobre la producción del grano.
- ❖ Las que afectan a la panículas, destruyendo el grano en formación o cuando ya se ha formado.

## **ENFERMEDADES EN SEMILLAS Y PLÁNTULAS.**

**Robles** (1990) menciona que después de la siembra, cierta cantidad de semilla, puede no germinar y pudrirse si es atacada por hongos que viven en el suelo o que las mismas semillas tengan adheridos. Estos hongos invaden y deterioran los tejidos internos de las semillas durante su germinación, eliminando así la posibilidad de que el germen prospere, las semillas rayadas o partidas son más fácilmente accesibles a los hongos. Algunos hongos afectan a las plantas recién nacidas, dañando su raíz principal y su pequeño tallo, impidiendo así que éste aflore a la superficie, estos daños son causados principalmente por hongos de diferentes especies de *Pythium* y por *Fusarium moniliforme*, atacando a las plantas que ya han aparecido sobre el terreno y ocasionándoles una pudrición que termina destruyéndolas. Hay otras especies de *Fusarium*, *Pythium* y algunos *Helminthosporium* que matan las plántulas, pero éstas pertenecen

erectas durante algunos días.

### **Control.**

**Robles** (1990) indica que los daños mencionados pueden evitarse, en la mayoría de las ocasiones, usando semilla seleccionada , tratada y siguiendo además prácticas culturales.

### **ENFERMEDADES DEL TALLO. (*Pudrición carbonosa.*)**

**Robles** (1990) indica que las enfermedades son producidos por el hongo *Macrophomina phaseoli*, esta no se aprecia hasta que no se aproxima la madurez de las plantas, y puede notarse que existen panículas poco llenas, con granos de poco peso, una madurez prematura, y muchos tallos demasiado secos y algunos de ellos caídos, observando éstos se nota que están descoloridos en la base, tienen consistencia esponjosa y médula desintegrada en esta zona, quedando desligadas sus fibras.

Por otro lado menciona que los tallos se parten muy pronto por la zona enferma, si el tiempo es seco y caluroso después de producirse la infección se ve el interior de los tallos manchados de una coloración negruzca debida a los micelios de los hongos, el ataque ocurre generalmente en forma esporádica y se cree debido a la presencia en el suelo del hongo desarrollando en cosechas anteriores.

Frecuentemente en estos casos se encuentran también hongos de la especie *Fusarium* en la región afectada, a los cuales posiblemente también se les suman algunas bacterias para completar la destrucción de los tallos. Los mayores daños a las plantas de sorgo se producen cuando se encuentran débiles por exceso de calor o sequía o en algún estado crítico de desarrollo, los

daños se aprecian en áreas definidas del campo, tales como pequeños montones, zonas más arenosas que el resto, etcétera.

Parece existir cierta resistencia a esta enfermedad en algunos sorgos, pero bajo severas condiciones, incluso éstos pueden sufrir daños, uno de estos es el *Cuello débil*, que se conoce la debilidad hereditaria de los tejidos del tallo de ciertas variedades, lo cual, unido a una maduración excesiva ocasiona la caída de las panojas al suelo. **Robles** (1990) menciona que en ciertas ocasiones, por esperar a que el grano se seque sobre la panícula hasta el grado de humedad que permita almacenarlo sin riesgo, se produce una transformación en los tejidos de tallo, se secan demasiado y adquieren consistencia esponjosa; si posteriormente aumenta la humedad del suelo absorben ésta rápidamente y pierden entonces fortaleza pudiendo romperse fácilmente por la acción del viento y el peso de la panoja. En la parte inferior del tallo junto al suelo, generalmente se deposita agua y limo; debido a esto se habla del tallo y en tal circunstancia se desarrollan bacterias y hongos que terminan pudriéndolo completándose así el daño debido al "cuello débil". Como este daño se debe a una característica varietal, el remedio está en sembrar variedades o híbridos que no lo tengan.

## **ENFERMEDADES DE LAS HOJAS.**

**Robles** (1990) menciona que las enfermedades de las hojas pueden presentarse como pequeños puntos o rayas en forma aislada, o como manchas de gran extensión que llegan a cubrir prácticamente toda la hoja, las altas temperaturas y la elevada humedad atmosférica generalmente favorecen su desarrollo. Las enfermedades de las hojas causan relativamente pequeña reducción en la producción de grano; en cambio cuando se desea usar como alimento forrajero para los animales que queda después de cosechar el grano, los daños causados a las hojas desmejoran mucho su calidad. La coloración

roja o púrpura de las hojas y tallos que aparece después de un ataque suave de algunas enfermedades, generalmente tiene poca influencia en la producción de grano o de forraje así como en la calidad de ambos, las enfermedades de las hojas pueden ser causadas por hongos o por bacterias.

#### **Enfermedades causadas por bacterias.**

**Robles** (1990) menciona que las enfermedades causadas por bacterias se caracterizan por la presencia de una exudación en forma de gotas o delgadas películas que una vez secas aparecen como escamas o costras. Los organismos que causan las enfermedades bacterianas se suponen son transmitidos de una hoja o planta enferma a otra por la acción del viento, la lluvia o los insectos, las infecciones tienen lugar a través de los estomas de las hojas. Se cree que las bacterias pasan de un año a otro por medio de la semilla, del suelo o de las plantas aisladas que persisten en el terreno por largo tiempo, cuando ya la plantación no se está explotando.

#### **Enfermedades causadas por hongos.**

**Robles** (1990) menciona que las manchas de la hoja causadas por hongos no tienen exudación y generalmente son de aspecto áspero debido a la presencia de las partes fructíferas del hongo, dentro de las principales enfermedades de este grupo son:

- a) “Antracnosis”, causada por *Colletotrichum graminicolum*; sobre las hojas aparecen pequeños puntos de color cobrizo o rojo púrpura, que se extiende hasta entrelazarse y cubrir gran parte de área, esta enfermedad también afecta al tallo y a las panículas.
- b) “Mancha púrpura”, causada por *Hellminthosporium*; produce pequeños puntos de color rojo púrpura al principio que se extiende luego hasta cubrir vastas áreas de la hoja.
- c) “Roya”, causada por *Puccinia sorghi*; sobre ambas caras de la hoja se notan

pequeñas pústulas de color marrón generalmente paralelas a las venas.

Ciertas condiciones ambientales o factores hereditarios producen a veces coloraciones en las hojas o decoloraciones (puntos, franja, zonas), de apariencia semejante a las que causan las bacterias o los hongos, pero se diferencian de ellos por varios aspectos: las áreas afectadas no tienen exudaciones bacteriales o escamas, no se produce la muerte de las células de las zonas coloreadas o próximas a ellas y no se manifiesta la presencia de las partes fructíferas de los hongos.

### **ENFERMEDADES DE LA PANICULAS.**

**Guerrero** (1990) indica que las principales enfermedades son las denominadas “tizón” o “carbón” causadas por tres hongos de la especie *Sphaceloteca*. El hongo ***Sphaceloteca sorghi*** causa el llamado “tizón cubierto del grano”; este hongo se encuentra en el interior del grano en maduración, al que destruye; en el exterior del mismo se aprecia un color gris claro y marrón, en las panículas afectadas quedan destruidos todos los granos o solamente algunos de ellos. Cuando se combina u otro agente rompe la envoltura del grano se diseminan las esporas, que se adhiere a otros granos o ir al suelo, en el cual permanecen durante algún tiempo.

Tanto estas esporas que quedan en el suelo como las que traen las semillas no desinfectadas invaden las plantas recién nacidas y continúan viviendo en ellas sin manifestarse hasta que se forman los granos. Las plantas que tienen el “tizón cubierto del grano” parecen normales hasta que se ven las panículas dañadas. Esta es una de las enfermedades que causan mayores daños en una plantación de sorgo.

El sembrar variedades e híbridos de sorgo resistentes a esta enfermedad, así como el usar semillas bien tratadas con fungicidas son medios eficaces para

prevenir los daños, cuando se sabe que un campo ha sido afectado por este hongo debe establecerse una rotación de cultivos. El hongo *Sphaceloteca* cuenta se desarrolla también a partir de las semillas infectadas y se mantiene en el interior de la planta sin manifestarse hasta que aparecen los granos. Sus daños son mucho menos frecuentes que los de *S. Sorghi*, existen variedades e híbridos de sorgo a los que no afecta el *S. cruenta*.

Por lo que se refiere a la semejanza entre ambas especies de hongos, los métodos de control anterior también son efectivos para el control de éste. El hongo *Sphaceloteca reiliana* produce el “carbón de las panojas”, llamado así porque cuando éstas son afectadas quedan completamente destruidas transformándose en una masa de color casi negro, esta masa está formada principalmente por las esporas del hongo, cuando se rompen las membranas que contienen las esporas, éstas se diseminan por acción del agua, el viento, y otros, en el suelo pueden pasar bastante tiempo e infectar a las plantas recién nacidas, siguiendo el proceso descrito para los hongos *S.sorghii* y *S. cruenta*. Es recomendable recoger a mano las panículas que se observen afectadas y quemarlas antes de que se maduren la esporas, esta operación no es costosa porque suelen aparecer pocas panojas enfermas en los campos afectados, desde luego el control no es completo, pero sí pueden disminuir en algo la incidencia del fitopatógeno.

## **NORMAS GENERALES PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES.**

**Robles** (1990) menciona que son bastante costosos y difícil combatir las enfermedades del sorgo una vez desarrolladas, por lo cual el mejor medio de prevenir sus daños es evitar las enfermedades mismas, esto se logra principalmente, mediante el empleo de variedades o híbridos resistentes y con la aplicación de buenas técnicas en el manejo del el cultivo.

Las entidades oficiales y las compañías comerciales responsables, producen

actualmente híbrido total o parcialmente resistentes a ciertas enfermedades, pero como no todos los híbridos presentan resistencia a todas las enfermedades, es muy importante saber cuáles de éstas son comunes en la región donde está la siembra o cultivo de sorgo, para usar la semilla más conveniente. Los requisitos que deben cumplirse para que las semillas producidas mejoren en su establecimiento. En general, ayuda a evitar las enfermedades o a reducir sus daños la puesta en práctica de ciertas normas, las cuales son practicas recomendables en todos los cultivos técnicamente conducidos:

- ❖ Establecer una bien planificada rotación de cultivos cuando se hayan apreciado el año anterior daños de “carbón” u otros hongos que pueden vivir en el suelo por algún tiempo.
- ❖ Las parcelas destinadas a sorgo no deben tener vegetación arbórea o arbustiva a su alrededor, en las regiones de alta humedad atmosférica.
- ❖ Buena preparación del terreno, para que las semillas puedan germinar sin dificultad.
- ❖ Emplear semillas de reconocida calidad, que tenga la mayor resistencia posible a las enfermedades conocidas en la región, y que hayan sido seleccionadas, desinfectadas y tratadas para su protección.
- ❖ Sembrar un adecuado número de granos por hectárea, de acuerdo a la humedad y fertilidad que pueda tener el suelo durante la época del cultivo y basándose en el tamaño y volumen que puedan alcanzar las plantas.
- ❖ Fertilizando el suelo adecuadamente para que las plantas dispongan de las cantidades óptimas de nutrientes. Las plantas vigorosas son menos afectadas por las enfermedades.

El Campo Agrícola Experimental Anahuac **CAENA** y el Instituto Nacional de Investigación Agrícola **INIA** (1985) reporta que en la región de Anáhuac, N.L. no existen problemas de enfermedades, aunque aisladamente se encuentran plantas con mildiú vellosa y carbón de la panoja, estas carecen de importancia

económica por sembrarse híbridos resistentes.

## **EL FERTIRRIEGO EN LA AGRICULTURA.**

**Domínguez** (1993) define a la fertirrigación como la aplicación artificial de los fertilizantes y más concretamente los elementos nutritivos que precisan los cultivos, conjuntamente con el agua de riego. Se trata por lo tanto, de aprovechar los sistemas de riego como medio para la distribuir los elementos nutritivos. Para ello se utiliza el agua como vehiculo al estar los elementos nutritivos disueltos en la misma.

**Martínez** (1991) mencionan que se entiende por fertirrigación a la incorporación de las sustancias fertilizantes al suelo a través del agua de riego. Si la aplicación se realiza a travez del riego localizado, se pueden señalar algunas ventajas, tales como: el ahorro de mano de obra, la aplicación uniforme del fertilizante y la aplicación de pequeñas dosis de fertilizante.

**Burgueño** (1995) indica que la fertirrigación es una técnica que nace con el empleo del sistema de riego por goteo, y a que este es un método de aplicación del agua de manera eficiente y frecuente con los mínimos desperdicios de agua así como los fertilizantes al ser aplicados mediante este sistema.

**Rodríguez** (1982) menciona que la fertilización con elementos nutritivos sólidos y líquidos deben ser lo suficiente solubles y compatibles, el suministro de los nutrimentos a través de sistemas de microaspersión es más efectivo que en otros sistemas de riego debido a que las cantidades necesarias aplicar de estos elementos son generalmente mas bajas, así mismo es difícil calcularlas con grandes caudales de agua y en forma fraccionada, de allí la importancia del riego por goteo el caudal disminuye las dosis llegándose a emplear hasta un

20% de los quelatos que se utilizarían con el sistema de aspersión, además de lograr una distribución más homogénea

**Pérez (1995)** menciona que la fertirrigación consiste en la aplicación simultánea de agua y fertilizante por medio del sistema de riego, con esto se pretende situar los nutrientes bajo la acción del sistema radicular, suministrándolos en forma continua y de acuerdo a las necesidades de las plantas, la asimilación de los fertilizantes por las plantas se produce de manera más racional, además de tener una mayor comodidad y ahorro de mano de obra.

**Jhonson y colaboradores (1986)** mencionan que muchos productores están usando los sistemas de irrigación para aplicar químicos agrícolas en el agua, el método llamado “quimirrigación” inicialmente incluía solamente materiales tales como nutrientes vegetales que generalmente requerían incorporación dentro del suelo con efectividad. La técnica de quimirrigación se está expandiendo ampliamente y es promovida por los avances de los sistemas de irrigación, equipo mejorado para la inyección de agroquímicos y para mayor desarrollo y uso de químicos agrícolas. Los químicos inyectados mediante esta técnica incluye: fertilizantes, insecticidas, herbicidas, fungicidas, nematocidas y reguladores de crecimiento.

## **VENTAJAS.**

Revista 1 (1991) menciona que una de las principales ventajas del riego por goteo y la fertirrigación es la creciente habilidad para un adecuado manejo y aplicación de nutrientes, específicamente el incremento en uso eficiente de nitrógeno (N) y su virtual eliminación de pérdidas por infiltración.

- Incrementa rendimientos y mejora la calidad de los productos debido a:
  - ✓ Las cantidades y concentraciones de nutrientes en este método,

pueden dosificarse de acuerdo con los requerimientos del cultivo y sus etapas de desarrollo.

- ✓ Las raíces del cultivo no se dañan con el Fertirriego, como sucede con las técnicas convencionales, y el suelo se compacta menos.
- ✓ Al aplicar los fertilizantes en forma soluble, se asimilan más rápidamente porque se distribuyen en la zona de las raíces. Algunos fertilizantes son asimilables directamente, otros requieren transformación química en el suelo.

➔ Ahorro en los costos de la fertilización, debido a que:

- ✓ Se usa menos equipo y menos energía para aplicar los fertilizantes
- ✓ Se riega con eficiencia y con alta uniformidad de distribución del agua, se requieren menos fertilizantes, que en los métodos tradicionales.
- ✓ Se reduce las labores agrícolas.
- ✓ Se necesita menos personal para supervisar la fertilización.

➔ Facilita las labores agrícolas.

- ✓ Se puede fertilizar cuando el suelo o el cultivo impiden la entrada de la maquinaria de fertilizantes convencional.

➔ Reduce la contaminación:

**SAGAR** (1997) menciona que el agua se aplica uniformemente y con alta eficiencia, los excedentes de riego son mínimos, por lo tanto la percolación y el escurrimiento de agua con fertilizante disminuyen. Investigadores Sonorenses han determinado estrategias para varios cultivos, incluyendo la sandía, lechuga orejona y romana, espinaca, ejote, chícharo, brócoli y coliflor.

Estos estudios han demostrado que:

1. La filtración en los cultivos irrigados por goteo en el subsuelo puede minimizarse o eliminarse llevando a cabo riegos diarios guiados por un tensiómetro que monitoree el nivel de humedad del suelo.
2. Que los fertilizantes con base en N pueden ser utilizados muy eficientemente con sistemas de riego por goteo, y
3. Que imponderables económicos y ambientales pueden optimizarse simultáneamente para los cultivos con riego por goteo.

## **DESVENTAJAS.**

➔ Se requiere inversión inicial.

- ✓ Se necesita personal calificado.
- ✓ Deben adquirirse el equipo de Fertirriego y accesorios de seguridad.
- ✓ Los fertilizantes solubles son caros.

➔ Defectos de fertilización en sistemas mal diseñados, mal operados o con fugas.

- ✓ Contaminación de acuíferos o corrientes superficiales.
- ✓ Desperdicios de fertilizantes.

➔ Peligros al usar mezclas de fertilizantes:

- ✓ Los fertilizantes no compatibles con otros o con el agua de riego, se precipitan.
- ✓ Se necesita conocer la compatibilidad química de los fertilizantes, con el agua de riego.
- ✓ Puede haber reacciones violentas.

➔ Necesidad de capacitar personal para:

- ✓ Seleccionar, manejar y dosificar fertilizantes y operar el sistema de riego.

## **METODOS DE RIEGO Y FERTIRRIEGO.**

**Burgueño** (1996) menciona que el Fertirriego debe de usarse sólo con sistemas de riego bien diseñados y operados, para evitar desperdicios de fertilizantes, que a su vez, representan pérdidas de dinero y problemas de contaminación.

**Hoces Tomás** (1990), mencionan que la fertirrigación por goteo es un sistema, mixto de riego y abonado de cultivos, este se realiza a través de una red de tuberías de PVC que depositan al pie de cada planta, gota a gota la cantidad de agua y fertilizante que necesita para su buen desarrollo. En realidad se trata de una versión del riego por goteo, método cada vez más extendido en regiones áridas y semiáridas y en cultivos intensivos bajo invernadero. Una instalación además de tuberías con microespitas individualizadas para cada árbol o planta, una bomba que extrae el agua y la inyecta a baja presión en la red, lo que provoca, una salida lenta pero constante de las gotas y la inyecta a baja presión en la red, justo sobre las raíces, sin empapar innecesariamente el terreno de alrededor.

**Domínguez** (1993) menciona que con este método no sólo se consigue un espectacular ahorro de agua, sino también que se forme un bulbo húmedo en torno de las raíces que impiden la percolación hasta las raíces de sales minerales perjudiciales.

## **SISTEMAS DE RIEGO APTOS PARA LA FERTIRRIGACIÓN.**

La aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego tiene una serie de exigencias importantes en relación a la eficiencia del abonado, destacan entre otras las siguientes:

- ❖ Oportunidad de aplicación. El suministro de elementos nutritivos al cultivo debe de realizarse de acuerdo con las necesidades fisiológicas del mismo.
- ❖ Uniformidad de la distribución. Esta exigencia es más difícil de cumplir de modo que sólo los sistemas que realizan la distribución del agua hasta el emisor por medio de tuberías, pueden garantizar en principio una cierta homogeneidad en la distribución de los elementos.

**Rodríguez** (1992) señala que la localización del fertilizante en la zona de absorción de las raíces, se refiere en particular a los elementos nutritivos menos móviles como el fósforo y el potasio; el nitrógeno se mueve fácilmente con el agua y alcanza sin problemas la zona adecuada.

## **RIEGO POR GOTEO.**

**Domínguez** (1993) señala que el riego por goteo consiste en la aplicación de agua a un punto del suelo por medio de uno o varios emisores con un caudal de agua y una aplicación frecuente o continua adaptada a las necesidades de la planta, con esta aplicación se forma alrededor del punto de emisión una zona de humedad de suelo se denomina bulbo, la forma y volumen de esta zona o bulbo depende del gasto de agua y de la textura del suelo principalmente.

**Rodríguez** (1992) indica que a diferencia del riego por aspersión, el riego localizado no constituye una reserva de agua, sino un depósito intermedio que se asegure la transferencia de agua casi continua al sistema radicular del cultivo. El almacenamiento de agua es muy pequeño y continuo desde el sistema radicular del cultivo, constituye el margen de tolerancia para cubrir los desfases en la demanda y las posibles incidencias del riego.

**Berlijn** (1991) señala que con el sistema de riego por goteo, el agua humedece el área cercana a la planta, sin embargo el agua que se utiliza en este sistema de riego debe de estar libre de impurezas tales como sales químicas y bicarbonatos, ya que estos bloquean el flujo, este sistema se utiliza en terrenos con pendientes debido a que el agua se aplica al pie de la planta.

**Roberts** (1992) menciona que el riego por goteo es un sistema de aplicar pequeñas cantidades de agua a la zona radicular de la planta, el sistema asegura que el agua fluya de los orificios de los emisores llegando exactamente al lugar donde más se necesita, y **Sing** (1992) indica que respecto al avance de riego por goteo para producción de cosechas en áreas donde el agua es escasa y en base a estudios que ha realizado, concluye que con este tipo de riego por goteo existe:

✓ Un incremento en el rendimiento y eficiencia en el uso de agua en diversos cultivos.

## **FERTILIZANTES UTILIZADOS.**

**Volquarts** (1998) Revista, menciona que la aplicación de fertilizantes a través del agua de riego (fertirrigación), así como de otros químicos, ha ganado considerable interés debido a que reduce los costos de mano de obra, la aplicación uniforme del fertilizante y la aplicación más frecuente, lo cual evita desperdicio por lixiviación. La fertirrigación exige que los fertilizantes utilizados sean solubles, dejando un mínimo de impurezas, que sean compatibles entre ellos, de tal forma que no reaccione formando precipitados que puedan obturar los emisores, así mismo que sean compatibles con los iones contenidos en el agua de riego y con su pH, la solubilidad es una propiedad importante para seleccionar los abonos a emplear.

También menciona que en riego localizado, la aplicación de fertilizantes debe ser diseñada con un conocimiento adecuado de la composición química del

elemento a usar, también el agua y suelo deben ser analizados para saber si los fertilizantes son compatibles.

A continuación se describirán las características de los fertilizantes más utilizados:

### **NUTRIENTES PRIMARIOS:**

**Volquarts** (1998) Revista, nos indica que dentro de estos se tienen el Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

**NITROGENO:** Las soluciones de nitrógeno son una excelente fuente de elemento, ya que su utilización no presenta problemas importantes dada su movilidad en el suelo y la buena solubilidad de los abonos, con excepción del amoníaco anhídrido (82-00-00) y en el agua amoníaco (27-00-00). Estos últimos productos caen dentro de los clasificados como presurizados, debido a que son muy volátiles y deben mantenerse a presión, además producen una elevación del pH que puede causar precipitaciones de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) en el agua de riego, ocasionando problemas de obturación. El nitrato cálcico y el nitrato potásico tienen reacción alcalina, por lo que se recomienda añadir ácido cuando estos sean utilizados. El sulfato de amonio (21-00-00), el nitrato de amonio (34-00-00) y la urea (44-00-00) son fertilizantes nitrogenados que pueden ser aplicados razonablemente sin tener efectos laterales en el agua o en el sistema de riego.

**FOSFORO:** Este elemento es sin duda más nutritivo, cuya aplicación en el agua de riego presenta los mayores problemas, tales como: Muchos de los abonos fosfatados presentan baja solubilidad y las formas solubles tienen alto costo. Los fosfatos pueden precipitarse con facilidad, causando obturaciones en las instalaciones de riego. La movilidad del fósforo en el suelo es en términos generales baja. Entre los fertilizantes fosfatados se tiene el Superfosfato triple

(00-46-00), el cual es moderadamente soluble en agua y como tal no es utilizado para fertilización. Esta consideración parece contradictoria porque el Superfosfato triple (SPT), es legalmente considerado como soluble en agua; sin embargo la disolución actual del SPT y cambia espontáneamente a fosfato dicálcico, el cual es muy insoluble en agua. En el mercado existen varias clases de fosfato de amonio, estas son utilizadas comúnmente para fertilizar fósforo y nitrógeno. Entre estos se tienen el fosfato y sulfato de amonio (16-20-00), fosfato monoamónico (11-48-00) y fosfato diamónico (16-46-00), todos estos son muy solubles en agua y pueden ser adoptados a la fertilización, sin embargo; la calidad del agua de riego debe considerarse antes de aplicar alguna clase de fósforo en el sistema.

**POTASIO:** Los fertilizantes potásicos tienen mayor solubilidad que los nitrogenados; sin embargo no existe problema para aplicar este elemento a través del agua de riego. La solubilidad del sulfato potásico es menor y existe la posibilidad, en agua disuelta con calcio, que se forme sulfato cálcico, que es aún menos soluble. El óxido de potasio, es la fuente más común y la mas soluble, el fertilizante se mueve libremente en el suelo y las moléculas de potasio se intercambian con el complejo del suelo y no son lixiviadas rápidamente.

### **MICRONUTRIENTES.**

Dentro de estos elementos se puede señalar al magnesio, manganeso, zinc, boro y el cobre entre otros. Estos son difíciles de aplicar en el agua de riego debido a que son requeridos en pequeñas dosis, además pueden reaccionar con sales en el agua y su nivel en exceso puede ser tóxico. Varias fuentes de micronutrientes han sido usadas en fertirrigación, así tenemos que el sulfato de manganeso es una fuente común de manganeso, el bórax o ácido bórico han sido usados como fuentes de boro. Los quelatos y las mezclas de zinc con nitrógeno son comúnmente aplicados como fuentes de zinc. Otros tantos

micronutrientes quelatos (cobre, fierro y manganeso) han sido frecuentemente usados, cuando se usan los micronutrientes combinados con otros materiales fertilizantes.

## **DEFINICIONES DEL RIEGO LOCALIZADO Y COMPONENTES.**

**Martínez** (1991) considera al riego localizado, como la aplicación del agua en el suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular, dentro del cual se encuentran el riego por goteo, miniaspersión y/o difusores.

**Riego por goteo.** Se llama así a los sistemas que aplican el agua con un caudal no superior a 20 lph, por punto de emisión o metro lineal de manguera de goteo.

**Subunidad de riego.** Una subunidad es la superficie que se riega simultáneamente desde un mismo punto, donde se regula o controla la presión de entrada del agua, siendo conveniente la utilización de un regulador de presión en dicho punto.

**Unidad de riego.** Es la superficie formada por el conjunto de subunidades que se riego simultáneamente desde un mismo punto, donde se controla la dosis del agua por aplicar en cada riego.

**Unidad operacional de riego.** Es la superficie conjunta de las unidades de riego que funciona simultáneamente desde un mismo cabezal o centro de control.

**Cabezal o centro de control.** Es el conjunto de aparatos que dominan toda la superficie puesta bajo riego localizado y que sirven para medir el agua, filtrarla, tratarla, incorporar fertilizantes, proporcionar y controlar la presión, medir dosis

de riego, entre otras.

**Tuberías y emisores.** El sistema de distribución y aplicación del agua, está constituido por tuberías y emisores, los cuales se clasifican y definen de la siguiente manera:

**PRINCIPALES.** Son las que transportan el agua desde el cabezal hasta las unidades de riego.

**SECUNDARIAS.** Son las que dentro de una unidad de riego abastecen a las distintas subunidades.

**TERCIARIAS.** Dentro de las subunidades de riego son las que alimentan a las tuberías laterales.

**LATERALES.** Son las tuberías en las cuales van conectados los emisores.

**EMISORES.** Son los dispositivos que controlan la salida del agua, desde las tuberías laterales en puntos discretos o continuos, dentro de estos se encuentran los goteros, difusores y miniaspersores.

## **EL RIEGO LOCALIZADO.**

**Martínez** (1991) nos menciona, con la finalidad de definir la potencialidad del riego localizado es necesario compararlo con los otros métodos de riego, principalmente con el riego por gravedad, ya que presenta un gran número de consideraciones que se deben tener en cuenta como son:

### **Ventajas.**

- ❖ Ahorro de la mano de obra. Esto ocurre debido a que el sistema generalmente es automatizado o semiautomatizado.
- ❖ Posibilidad de regar en cualquier tipo de topografía.
- ❖ Control adecuado de la aplicación y distribución del agua en el suelo.
- ❖ Posibilidad de usar aguas con alto contenido de sales.
- ❖ No existe interferencia a causa de los vientos como en el sistema de riego por aspersión.

- ❖ Se eliminan completamente los canales y acequias de distribución usadas en riego por gravedad, aumentando por lo tanto la superficie útil.

Así mismo con el riego localizado se obtienen algunos beneficios agronómicos, tales como:

- ❖ Se facilita el control de las malas yerbas en el terreno, debido a que existen partes del mismo que no se mojan.
- ❖ Aumento en la producción y calidad de los frutos, ya que se mantiene un bajo esfuerzo de humedad del suelo durante todo el ciclo del cultivo.
- ❖ Riego continuo del cultivo durante un tiempo prolongado sin que esto traiga problemas de asfixia radicular.
- ❖ Fertilización a través del agua de riego, aumentando la eficiencia, la localización y dosis de los abonos, de esta misma manera se pueden aplicar otros agroquímicos.
- ❖ Permite realizar simultáneamente al riego otras labores culturales, ya que al haber zonas secas, no se presenta obstáculo para desplazarse sobre el terreno.
- ❖ Evita la lixiviación de los nutrientes del suelo y el control sanitario se reduce notablemente.

### **Desventajas.**

**Martínez** (1991) menciona que el costo inicial de adquisición es elevado, dependiendo del cultivo, topografía y el grado de automatización que se quiera del equipo.

- ❖ El taponamiento de los emisores (goteros principalmente) debido a que su área de salida es bastante reducida. Esto está relacionado directamente con la filtración y la calidad química del agua.
- ❖ En caso de utilizar aguas con alto contenido de sales periódicamente sin

realizar lavados al final de cada ciclo, el suelo corre el peligro de ensalitrarse a corto o mediano plazo.

- ❖ Requiere que los usuarios tengan conocimientos en el manejo adecuado del equipo instalado.
- ❖ No es recomendable utilizarlo en cultivos de cobertura total.

### **Clasificación del Agua.**

La aplicación de agua de riego a un campo de cultivo, ésta pasa por diferentes estados o estratos dentro del suelo, en base a estos periodos se presentan en relación del tiempo, la humedad del suelo se clasifica en cuatro grupos principales que son: Agua gravitacional, capilar, higroscópica, y en forma de vapor.

**Agua Gravitacional.** Esta contenida en todos los espacios porosos del suelo y se presenta después de efectuar el riego o presencia de precipitaciones, se caracteriza por permanecer durante un periodo de tiempo corto.

**Agua capilar.** Se presenta después de que se ha drenado el exceso de agua por efecto de la gravedad, el suelo llega a capacidad de campo (CC), Esta agua es la más importante desde el punto de vista agrícola, ya que es donde la planta se abastece para satisfacer sus necesidades hídricas para su desarrollo.

**Agua Higroscópica.** Esta forma se presenta cuando el suelo se ha secado por efecto de la pérdida de agua a través de las plantas y aquella ocurrida directamente del suelo, conocida también como Evapotranspiración.

**Agua en Forma de Vapor.** Este tipo se encuentra en la atmósfera interna del suelo, se realiza por medio de una diferencia de gradientes de vapor, es decir que la humedad se mueve de mayor a menor humedad relativa.

## **PARAMETROS DE HUMEDAD DEL SUELO.**

**Capacidad de Campo (CC).** Se define como la máxima cantidad de agua que un suelo puede retener en contra de la fuerza de gravedad cuando se le deja drenar libremente; se expresa porcentualmente en 1/3 de atmósfera.

**Punto de Marchites Permanente (PMP).** Se define como el contenido de agua del suelo en el cual las plantas se marchitan permanente y son incapaces de recuperarse en una atmósfera saturada de agua y es expresada porcentualmente en 15 atmósferas.

## **RETENCIÓN DE HUMEDAD DEL SUELO.**

El Agua es uno de los componentes más variables del suelo, cuando en un suelo existe agua en abundancia y esta no se drena las raíces de las plantas pueden morir debido a la carencia de oxígeno. Por otra parte si existe poca agua, el crecimiento de las plantas se detiene y posteriormente sobreviene el marchitamiento.

La proporción de agua y aire ésta sujeta a grandes fluctuaciones en condiciones naturales, dependiendo del tiempo atmosférico y otros factores. El agua es retenida dentro de los poros del suelo con un grado variable de intensidad según la cantidad de agua presente, y junto con las sales disueltas, el agua forma la solución del suelo, este abastece de nutrimentos alas plantas que en el se desarrollan.

**Narro (1987)** indica que la retención de humedad de los suelos depende de la textura, del espacio poroso total, por tal razón los suelos de textura fina en un estado de saturación retienen mayor cantidad de agua que los suelos arenosos que se caracterizan por textura gruesa.

**Isralesen** (1975) menciona que el objetivo principal del uso del balance hídrico es el determinar el contenido de humedad en el suelo; esta información es necesaria para calcular el agua que se necesita para restaurar la humedad del suelo a la capacidad de campo.

**Hawley et al** (1983) menciona que las propiedades físicas del suelo varían, tales como la porosidad, permeabilidad y conductividad hidráulica, mientras que las propiedades del cultivo que influyen en el patrón del uso de agua está el índice de área foliar, la tasa de desarrollo fenológico, la rugosidad aerodinámica de la cubierta vegetal y la habilidad de las raíces para extraer el agua del suelo, estas variaciones se reflejan en le contenido de humedad del suelo.

**Robinson y Hubbard** (1990) indican que le balance hídrico del suelo no ha sido utilizado para estimar la humedad en la zona de raíces en grandes extensiones, aunque su estimación parece ser mas útil en la apreciación del impacto del clima sobra la agricultura, que los índices climatológicos de sequía comunes.

Existen varios métodos para determinar el contenido de humedad en los suelos; por mencionar algunos de las comúnmente utilizadas son: El método gravimetrico, lisimétrico, tensiómetro, resistencia eléctrica, dispensor de neutrones.

**Díaz** (1995) señala, que el tensiómetro es de gran utilidad en el manejo del riego ya que es confiable para la medición de la humedad en le suelo en un rango de 0 a 85 Centibares. En un suelo recién regado ha saturación. Corresponde a cero Centibares de succión, unas horas después cuando se drena el exceso de humedad del suelo, este suelo llega a la capacidad de campo.

La capacidad de campo se ubica entre 10 y 15 Centibares de succión en los suelos arenosos, entre 15 a 20 Centibares, los limosos, y entre 15 a 30 Centibares, en los arcillosos. El límite máximo de succión que se puede leer en

le tensiómetro es de aproximadamente 85 Centibares, independientemente del tipo del suelo. Los tensiómetros colocados en la parte superficial del suelo (0-30 cm) nos proporciona dan información sobre la humedad del suelo donde se encuentra la mayor cantidad de raíces.

### **TENSIOMETRO.**

**Rojas y Ramírez** (1998) mencionan que este es un equipo que mide directamente la tensión de humedad del suelo, y consta básicamente de un tubo de plástico el cual en su extremo inferior tiene una cápsula de cerámica porosa, en la parte superior se encuentra abierto para ser abastecido de agua aun lado del tubo se tiene instalado un vacuómetro.

Antes de instalar los tensiómetros en el campo, es necesario prepararlos y checar su funcionamiento, para realizar lo anterior primeramente se destapa y se llena totalmente la columna de agua (también se puede aplicar un colorante para checar a simple vista el contenido del mismo), al realizar esta acción se desaloja completamente el aire contenido dentro del mismo. Sin embargo, cuando se preparan generalmente quedan burbujas de aire en su interior haciendo necesario eliminarlo mediante una bomba de succión.

### **METODO DE RESISTENCIA ELÉCTRICA.**

**Rojas y Ramírez** (1998) mencionan que este método esta basado en la propiedad de conductividad eléctrica del agua, este fenómeno es una función del contenido de humedad, así mismo se les denominan bloques de resistencia eléctrica por las unidades de material poroso de que son fabricados, en su interior contienen una par de electrodos entre los cuales ocurre la conductividad eléctrica, a la vez estos son conectados a un medidor de resistencia que proporciona la lectura que en este momento se tiene.

El contenido de humedad presente en el suelo al momento de la observación, se relaciona con la magnitud de la resistencia ofrecida por le material poroso en

los electrodos, de acuerdo a esto el contenido de humedad del suelo se estima partiendo de las mediciones de la resistencia mencionada.

Una diferencia importante con respecto a los tensiómetros, es que estos equipos tienen un rango de operación mucho más amplio alcanzando valores del potencial hídrico igual de 0.3 bar a 20 bar, dependiendo del tipo de unidades utilizadas, razón por la cual se aplica a una gran variedad de texturas.

Así como en un número mayor de métodos de aplicación del agua de riego, sin embargo, presentan la inconveniencia que se destruyen fácilmente o son muy sensibles a la concentración de sales del suelo, aunque este problema se puede evitar utilizando bloques fabricados con electrodos de acero inoxidable.

## **MATERIALES Y METODOS.**

### **LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.**

El presente trabajo se estableció en los terrenos del Instituto Nacional de Investigación Forestales Agrícolas y Forestales (**INIFAP**) ubicado en el “Campo Experimental Anáhuac” (**CAENA**) en Anáhuac N. L.

El Campo Experimental Anáhuac (**CAENA**) se encuentra ubicado en la sede del Distrito de Riego Anáhuac, N. L., donde la actividad de mayor importancia económica gira alrededor de una agricultura de riego, ya que en este se encuentra enclavado el sistema de riego “Don Martín”, considerado la de mas relevancia en el estado de Nuevo León por la superficie irrigada y en su mayoría dedicad a la producción de granos básicos.

Desde su fundación en marzo de 1974, el CAENA ha generado, valido y transferido tecnología de producción para los principales cultivos básicos a industriales (maíz, trigo, frijol, sorgo, cebada, cartamo); así como, algunas hortalizas (sandía, melón, calabacita, ajo, pepino, okra) y cultivos forrajeros (sorgo, avena, pastos).

Con los resultados obtenidos, ha sido posible generar y adecuar los paquetes tecnológicos para los principales cultivos de la región; así como, contar con información sobre los componentes tecnológicos más importantes de otros cultivos. Esta información es aplicable a la zona Norte-Centro de Nuevo León (Distrito De Riego, Anáhuac y Apodaca) parte del Noroeste de Coahuila (Distrito

De Riego, Sabinas) y Noroeste de Tamaulipas (Distrito De Riego, Nuevo Laredo).

El **CAENA** participa en los Comités Técnicos y Directivos de los distritos de Desarrollo Rural y en otros foros donde los productores expresan la problemática que aqueja a la producción y productividad agropecuaria de la región.

Recientemente y de acuerdo al marco de la política de la Alianza para el Campo, de promover la creación de fundaciones Estatales operadas por productores, con el objeto de apoyar la investigación y acciones de transferencia de tecnología de los Campos Experimentales de **INIFAP** en el Estado; se considera una estructura Estatal en donde se contempla la integración de los Consejos Consultivos en cada Campo Experimental, con la finalidad de analizar, definir y concertar las prioridades a investigar, validar y transferir, mismas que serán puestas a consideración del Consejo Estatal de la Fundación para su aprobación y financiamiento.

### **UBICACIÓN GEOGRAFICA Y SUS LIMITES.**

La región de Anahuac colinda por la parte norte del estado de Nuevo León, este limita al norte con los Estados Unidos Americanos, al sur con el Distrito de Apodada, al este con el estado de Tamaulipas y al oeste con el estado de Coahuila.

Esta ubicado geográficamente en los meridianos 99° 25' y 100° 51' longitud oeste y entre los paralelos 26° 25' y 27°45' latitud norte.

### **AREA DE INFLUENCIA.**

El área de influencia comprende los municipios de Sabinas, Vallecillo, Lampazos, Paras, Villaldama, Bustamante y Anáhuac; conjuntamente estos municipios suman una superficie de 1,408,360 has.

## **CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL.**

### **SUELO.**

De acuerdo a la clasificación de suelos según FAO-UNESCO (1970) modificada por DETENAL; son de tipo Xerosol, Luvico y de acuerdo al sistema de clasificación Americano, se ubica entro del orden Aridosol y suborden Argid.

**Características Edafológicas.-** Es un suelo característicos de zonas áridas con precipitaciones anuales alrededor de 350 mm y presenta una capa superficial de color gris claro, textura arcillosa a franco-arcillosa de consistencia firme, con drenaje interno medio y un pH que varia de 7.2 a 8.6, son suelos muy pobres en humus, con cantidades bajas en nitrógeno, algunas veces presentan a cierta profundidad aglomeraciones de cal; cristales de yeso ó caliche de mayor ó menor dureza y salinidad.

### **Cuadro No.5 Resultados del Análisis Físico - Químico Practicado en Las Muestras de Suelo.**

<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>VALORES OBTENIDOS</b>
<b>CE</b>	0.92
<b>pH</b>	8.17
<b>Na</b>	34
<b>K</b>	32

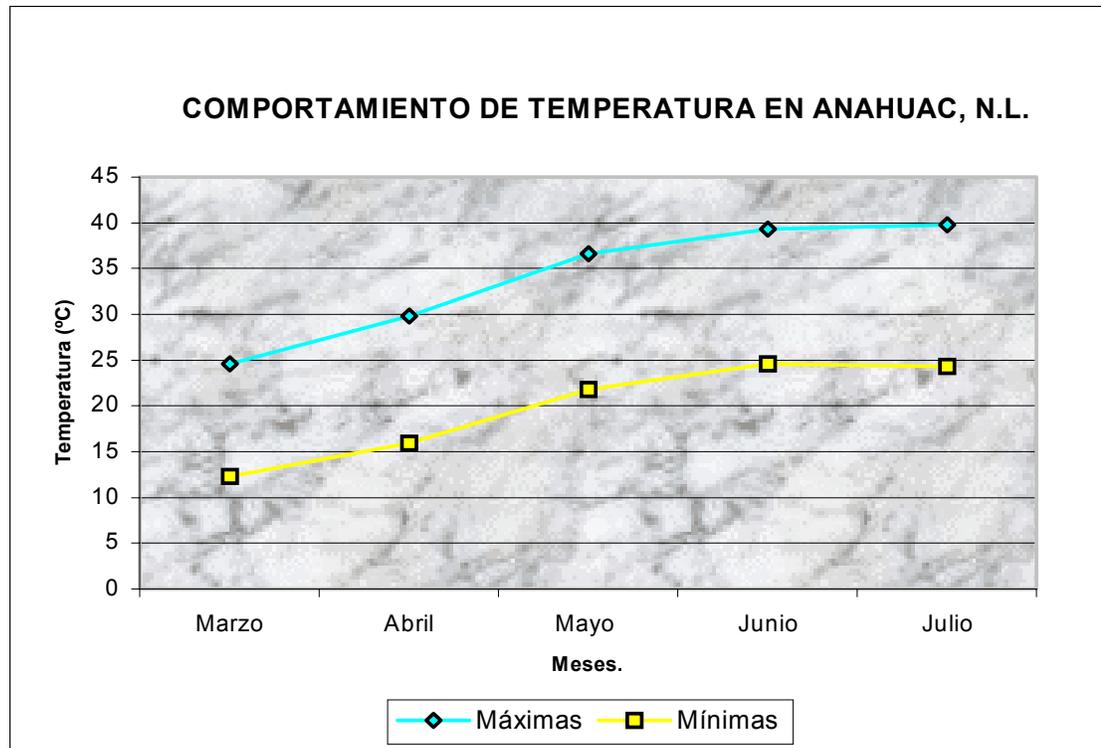
<b>NO<sub>3</sub></b>	710
<b>Arena</b>	28.0%
<b>Limo</b>	28.8%
<b>Arcilla</b>	43.2%

### **CLIMA.**

El clima predominante en esta región corresponde al tipo BSo, el cual es el más seco del grupo de los semiáridos, cálido.

### **TEMPERATURA.**

La temperatura media anual se encuentra alrededor de 22° C, con temperaturas medias mensuales máximas de 32 a 34° C durante los meses de junio, julio y agosto; temperaturas medias mensuales mínimas oscilan entre los 6 y 8° C en los meses de diciembre, enero y febrero.



**Figura No.1. Comportamiento de la Temperatura en el Ciclo del Cultivo de Sorgo RB-4000.**

Se observa en la figura anterior, las temperaturas fueron optimas para el desarrollo fenológico del cultivo de sorgo en esta región; ya que este cultivo es tolerante a las altas temperaturas y en cuanto a las bajas temperaturas no impidieron su desarrollo.

### **PRECIPITACIÓN.**

La precipitación pluvial total anual varia de 300 a 600 mm, la duración de las lluvias en general es corta, típica en las regiones semiáridas. La mayor incidencia de lluvias se presenta en septiembre con un promedio de 92 mm, los meses de menor ocurrencia son enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre con promedios de 16 mm; mas sin embargo, cuando existen condiciones

ambientales influenciadas por alguna perturbación proveniente del Golfo de México, ocurren periodos de 4 a 7 días de lluvia ligera.

## **VIENTO.**

Los vientos dominantes en la región son del sudeste (SE) con una velocidad media anual de 16 a 23 kilómetros por hora. Los nortes por lo general, duran pocos días, pero algunas veces se suceden unos a otros y parece que solo son un temporal. En los meses de febrero y marzo se anuncian por lo general con algunos días de anticipación bastante calurosos, van aumentándose de intensidad, iniciándose con dirección sudeste (SE), para cambiar repentinamente por unas horas al sudoeste (SO), desatándose después en toda su intensidad al norte.

## **HUMEDAD RELATIVA.**

La humedad relativa del aire en la época de lluvia alcanza un valor máximo de 85.6 %, mientras que en la época de sequía muestra un mínimo de 44.2 %.

## **MATERIALES.**

Sensor y medidor Digital de la Humedad en el Suelo Marca Irrometer

El equipo es un sensor que posee un tipo de resistencia que provee de lecturas exactas desde 0 a 200 Centibares, el cual completa un rango de humedad en el suelo requerido en la agricultura de riego. Una vez en operación, la humedad del suelo es constantemente absorbida o liberada por el sensor. A medida que el suelo se seca, la humedad en el sensor se produce y la resistencia eléctrica entre los electrodos es incrementada.

Esta resistencia es leída por el medidor por el medidor digital de mano marca watermark, el cual da la lectura en Cb de la succión del agua en el suelo. El medidor digital contiene la compensación por la temperatura del suelo, esta

escala puede ser ajustada para °C ó °F. Para usarlo en tierra el sensor a la profundidad deseada conectando los caimanes localizados en el medidor digital y viendo los resultados en este medidor.

Cintilla.

Manómetros.

Filtro de malla.

Bloques de resistencia eléctrica(de 30 y 90 cm.).

Un Sensor digital para medir la humedad en el suelo.

Bomba de mochila.

Balanza analítica.

Cinta métrica.

Barrena.

Bolsas.

Costales.

Semillas de Sorgo variedad 4000.

Fertilizantes Líquidos.

Fertilizantes Sólidos.

Insecticidas.

## **CRONOLOGIA DE EVENTOS.**

### **PREPARACION DEL CULTIVO.**

La preparación del terreno consistió en retirar los restos de cintillas del experimento anterior del ciclo 97-97, se hizo un rastreo de camas para quitar residuos del cultivo anterior; se realizo la aplicación de 100 kg, de urea y se incorporo con un paso de rastra.

### **INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.**

Consistió en colocar la cinta de riego sobre cada cama (parte media) a una profundidad de 6 cm, con la finalidad de abastecer a ambas partes; seguidamente se conecto a la línea subprincipal, la cual es alimentada de la línea principal a la fuente de abastecimiento.

### **SIEMBRA.**

El día 23 de marzo se realizó la siembra del cultivo de sorgo variedad Rb-4000, con la ayuda de una sembradora; la emergencia del cultivo se presentó el día 30 de marzo.

### **LABORES DE CULTIVO.**

El día 26 de marzo se instalaron blocks de resistencia eléctrica a 30 y 90 cm respectivamente, y se realizó escadado en las calles.

### **CONTROL DE PLAGAS.**

El 29 de abril se presenta pulgones, pero hay control biológico (catarina).

### **FERTIRRIGACIÓN.**

Se aplicaron fertilizantes líquidos a los inyectores, para todas las líneas y su distribución en los tratamientos; durante toda su etapa fenológica.

### **COSECHA.**

El día 14 de julio se realizó la cosecha del cultivo de sorgo.

### **Actividades Experimentales que se Realizaron en General.**

❖ Control en el tiempo de riego aplicado.

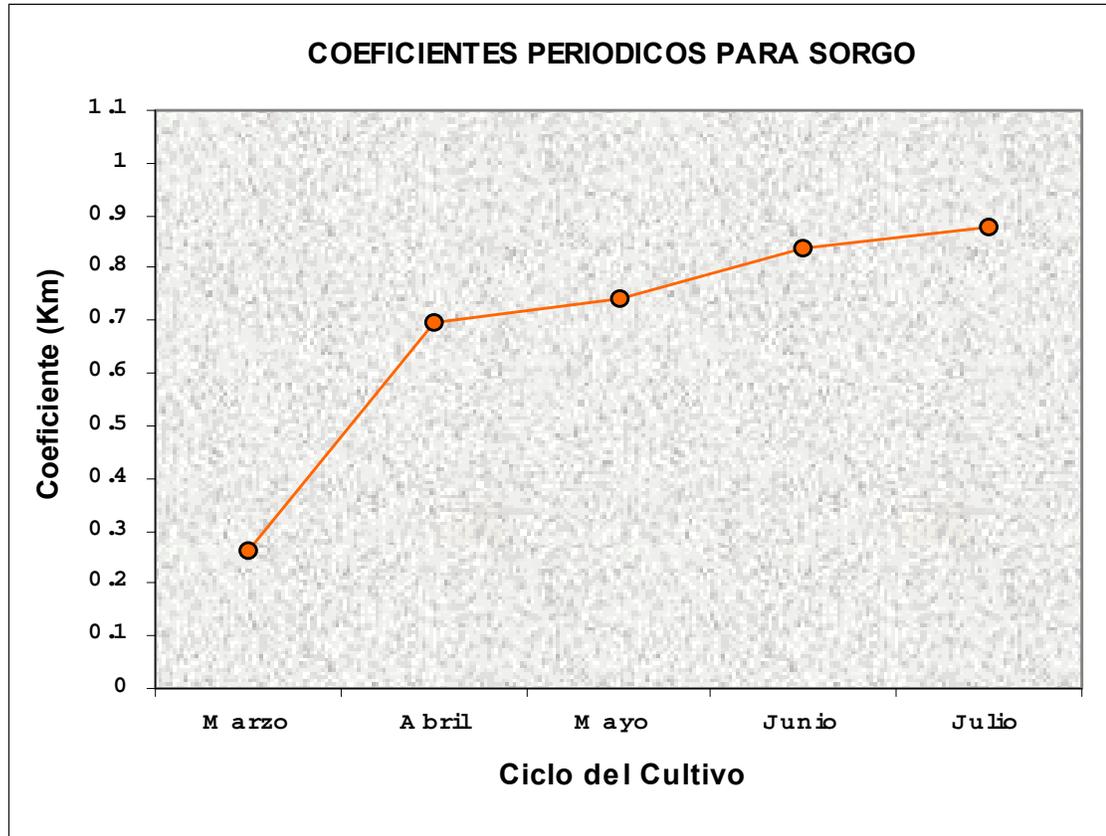
- ❖ Toma de datos de tensiones de humedad en el suelo.
- ❖ Preparación y aplicación de fertilizantes líquidos y sólidos.
- ❖ Vigilancia tanto de malezas como de plagas y enfermedades.
- ❖ Aplicación de nutrientes foliares e insecticidas.
- ❖ Mantenimiento y limpieza del sistema de filtrado.
- ❖ Recopilación de datos de rendimiento del cultivo.

**Cuadro No.6. Etapas de Fertilización y Porcentajes Aplicados de Cada Nutriente.**

<b>ETAPA</b>	<b>% N</b>	<b>% P</b>	<b>% K</b>	<b>Duración (Días).</b>
<b>1</b>				
<b>2,5 hojas</b>	5.43	2.72	10.16	10
<b>3, inicio panoja</b>	14.32	8.15	12.64	15
<b>4, hoja bandera</b>	19.76	11.42	25.17	20
<b>5, embuche</b>	19.76	11.42	25.17	5
<b>6, floración</b>	0	6.52	7.9	10
<b>7, masoso suave</b>	4.94	7.61	3.16	15
<b>8, masoso duro</b>	15.8	13.59	5.53	5
<b>9, madurez fisiológica</b>	15.8	13.59	5.53	12

**RESULTADOS Y DISCUSIONES.**

Una vez, recopilada la información se procedió a hacer el análisis correspondiente para cada parámetro evaluando para el caso del coeficiente de desarrollo se considero con base a los datos de evaporación. Figura 2, lo cual se utilizó para determinar la Evapotranspiración del cultivo de sorgo Rb-4000 utilizando el método de Grassi- Christiansen. Obteniéndose un total de 65.38 cm. para cubrir las necesidades hídricas del cultivo como se muestra en cuadro 9.



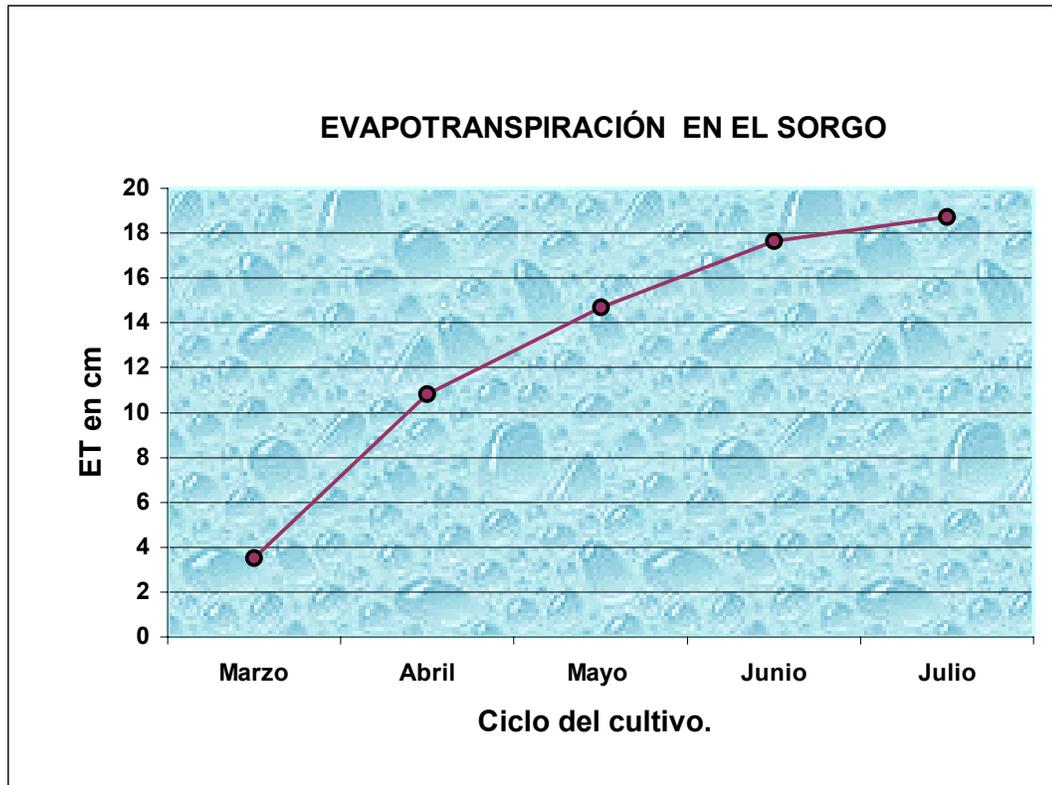
**Figura No.2 Coeficiente Periódico Para el Cultivo de Sorgo RB-4000 en el Ciclo Primavera-Verano Para la Región de Anahuac.**

Se presenta los coeficientes periódicos para el cultivo de sorgo RB-4000 en la región de Anahuac N.L, en los diferentes meses de acuerdo con por Grassi y Christiansen.

**Cuadro No. 7 Calculo de la Evapotranspiración Para el Cultivo de Sorgo por el Método de Grassi y Christiansen.**

MESES	% Luz	T° Media	f (cm)	Km	fKm (cm)	Et (cm)
MARZO	8.4	18.4	13.89	0.26	3.61	3.53
ABRIL	8.65	22.46	15.92	0.69	11.06	10.80
MAYO	9.45	29.27	20.33	0.74	15.04	14.69
JUNIO	9.35	32.48	21.49	0.84	18.05	17.63
JULIO	9.55	32.07	21.77	0.88	19.16	18.72

$$\Sigma = 65.38 \text{ cm}$$



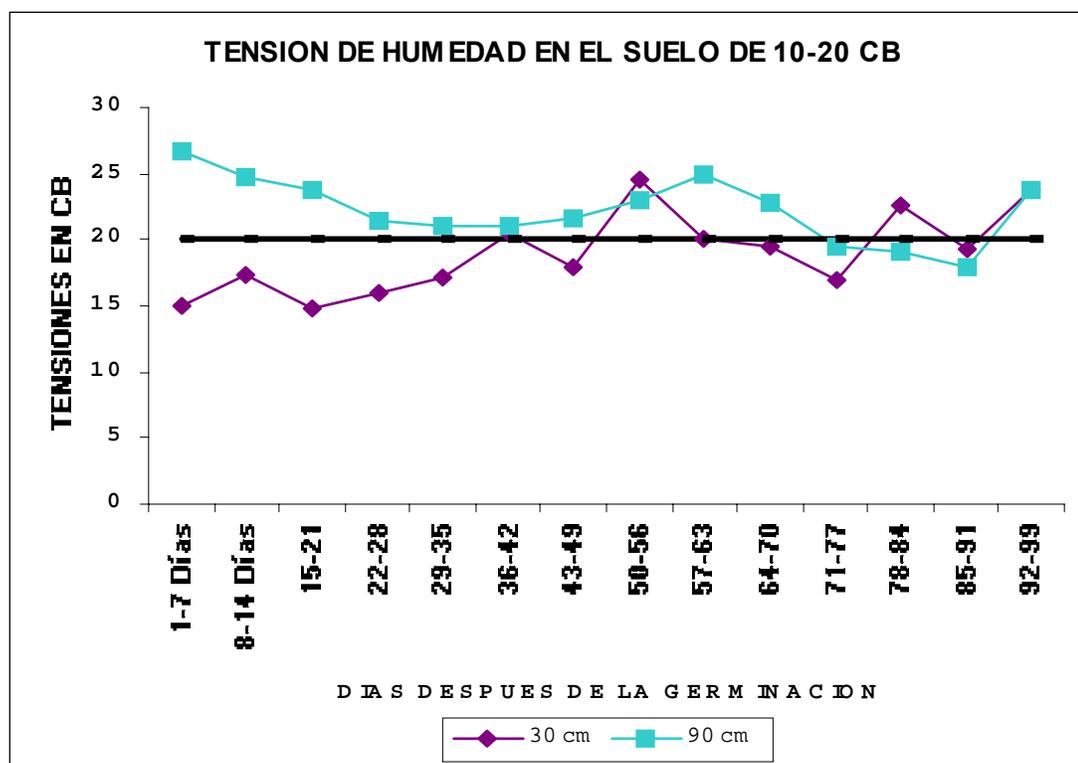
**Figura No.3 Comportamiento de la Evapotranspiración en el Ciclo del Cultivo de Sorgo RB-4000.**

De acuerdo a la figura anterior, la Evapotranspiración (ET) con el ciclo del cultivo de sorgo RB-4000; basándonos en el método de Grassi y Christiansen para calcular el mismo, se observa que en los primeros meses las demandas evaporativas son menores pero a medida que el cultivo se desarrolla se incrementa la Evapotranspiración, y el consumo de agua.

De acuerdo a la figura 4 que muestra la humedad de suelo del tratamiento numero 1 no tuvo variaciones excepto en los primeros días del ciclo vegetativo, sin embargo la variación se dio en el estrato de 30-90 cm, pero no tuvo mayor efecto ya que el riego se mantuvo cercano a capacidad de campo todo el

periodo de desarrollo del cultivo de sorgo.

Pero no hubo efectos negativos ya que las raíces todavía no exploraban esas profundidades y se mantuvo cerca de la tensión propuesta, mediante la aplicación del riego necesario.

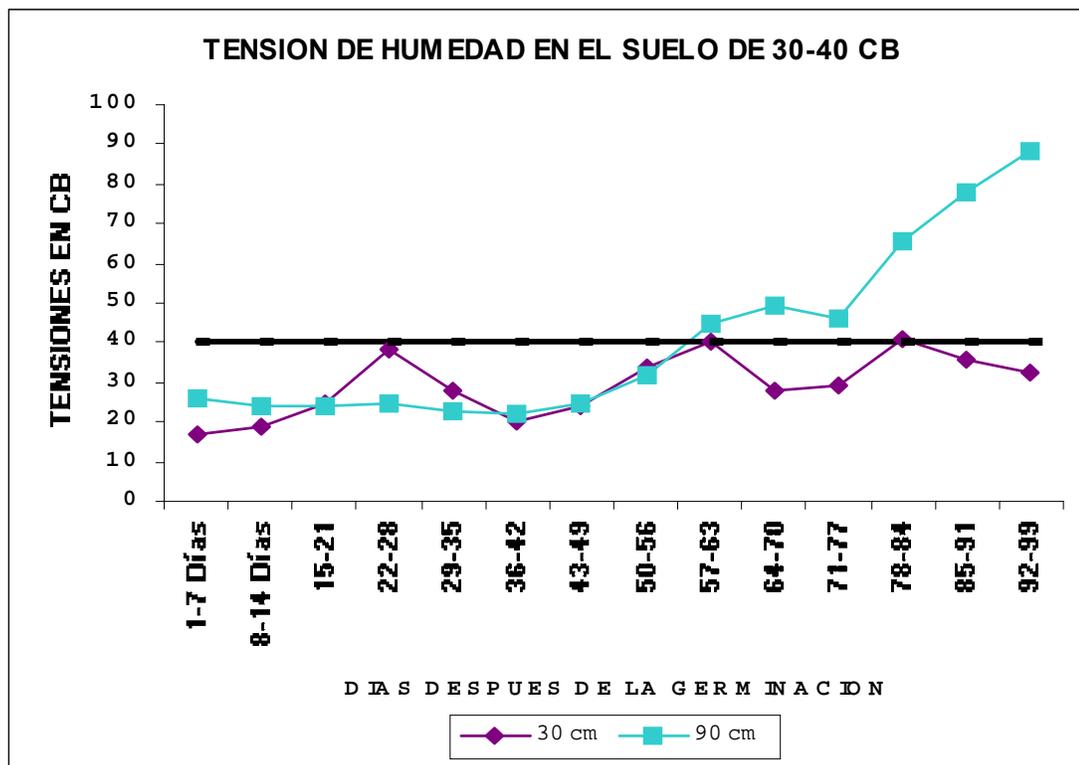


**La Figura No.4. Tensión de la Humedad del Suelo de 10-20 Centibares (CB) de los Días Después de la Germinación en Sorgo RB-4000.**

La figura 5 nos muestra que la humedad del suelo en el primer estrato del suelo del tratamiento 2, se mantuvo de acuerdo a la tensión propuesta; en todo el ciclo vegetativo del cultivo de sorgo.

En cuanto a las tensiones de humedad a una profundidad de 90 cms, se

incrementa los valores de estas en los días de floración (1° de junio), debido a que en esta etapa el cultivo exige mayor demanda de agua y se presenta las elevadas temperaturas en esa región.

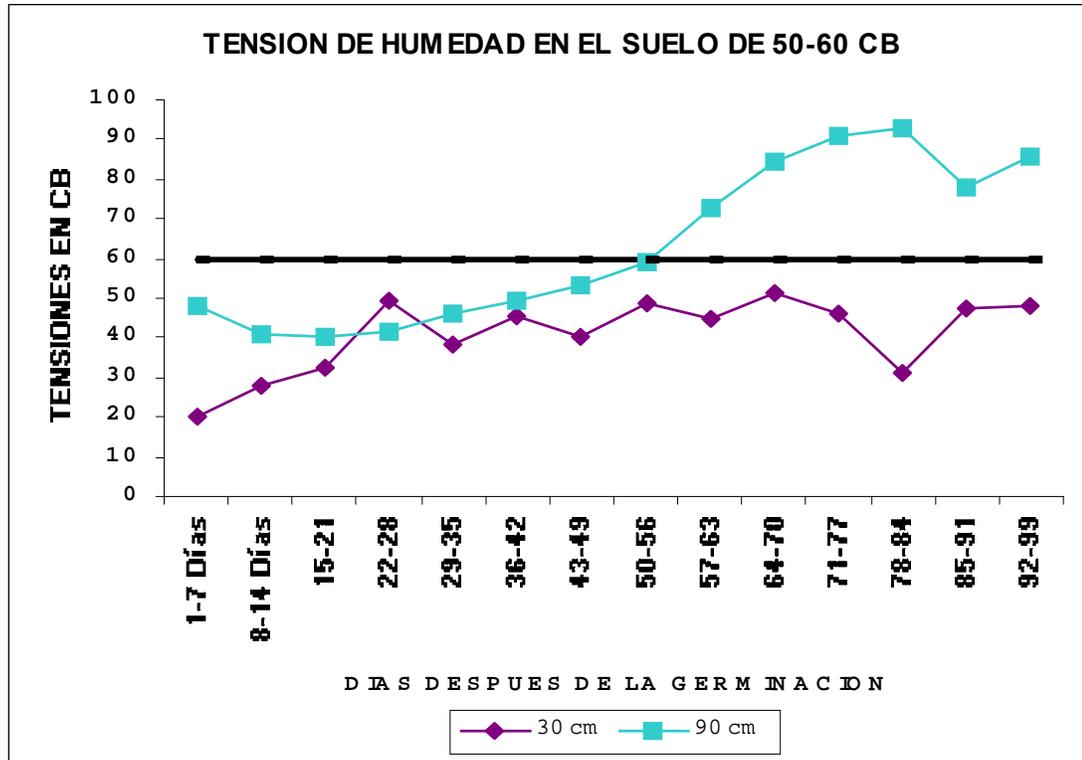


**Figura No.5. Tensión de Humedad del Suelo de 30-40 Centibares (Cb) de los Días Después de la Germinación en Sorgo RB-4000.**

En cuanto a la Figura 6 muestra que la humedad del suelo en el tratamiento 3, con respecto a las tensiones de 30 cms, se aleja un poco de la tensión propuesta, mas sin embargo fue por abajo del valor propuesto, pero no afecto el desarrollo fenológico del cultivo de sorgo en todo el ciclo.

Con respecto a las tensiones de humedad monitoreado a 90 cms, tuvo variación en los días 57-63 hasta el finalizar el ciclo, debido a que a partir de esos días inicio él embuche hasta llegar a la cosecha, y a las altas temperaturas que se presentaron; por lo que el cultivo tuvo mayor exigencia de agua, siendo

muy parecido el comportamiento al tratamiento anterior.

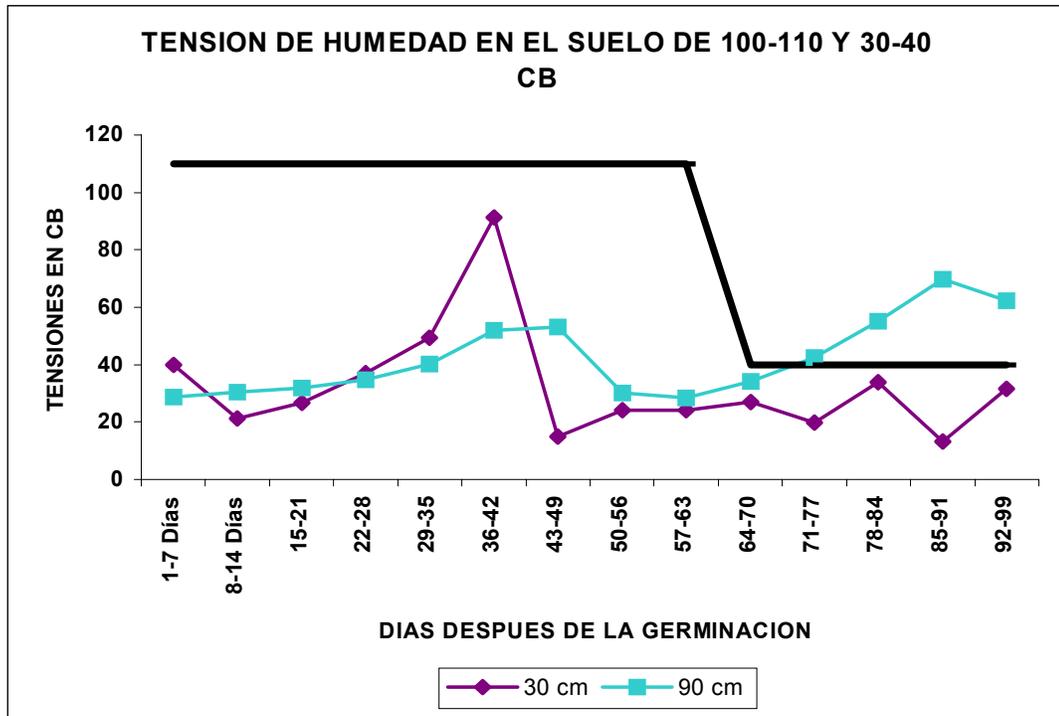


**Figura No.6. Tensión de Humedad en el Suelo de 50-60 Centibares (Cb) de los Días Después de la Germinación en Sorgo RB-4000.**

La figura 7 muestra el comportamiento de la humedad del suelo del el tratamiento 4 en cuanto a las tensiones de humedad la profundidad de 30 cms, la cual tuvo un incremento a partir de los 15 días después de la siembra hasta llegar a 100 Cb procediendo a regar y posteriormente se mantuvo, la tensión menor a los 40 Cb a partir de la segunda etapa de control del riego.

Con respecto a las tensiones de humedad en el suelo a 90 cms, no existe un control sobre la tensión ya que el punto de control será a los 30 cm de profundidad. En cuanto a esta, debido a que hubo mayor demanda de agua

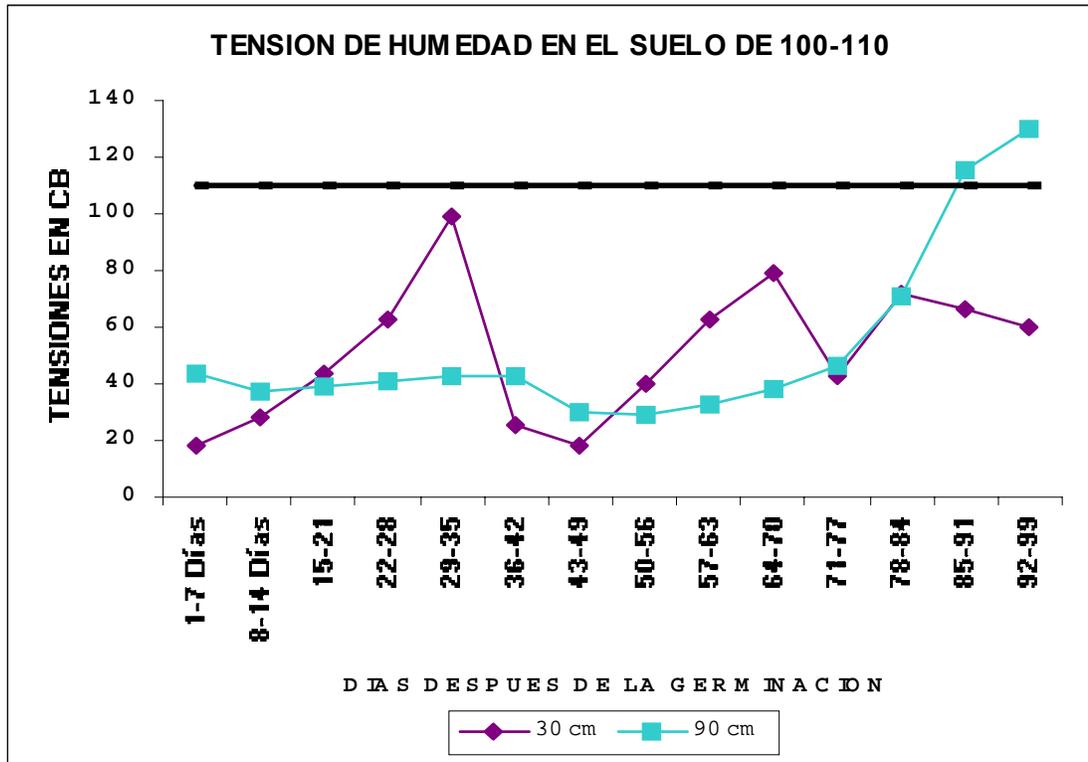
para satisfacer sus necesidades de la planta, y rebasa los límites de tensión propuestos.



**Figura No.7 Tensión de Humedad en el Suelo Para Dos Etapas Fenológicas de 100-110 y 30-40 Centibares (Cb) en Sorgo RB-4000.**

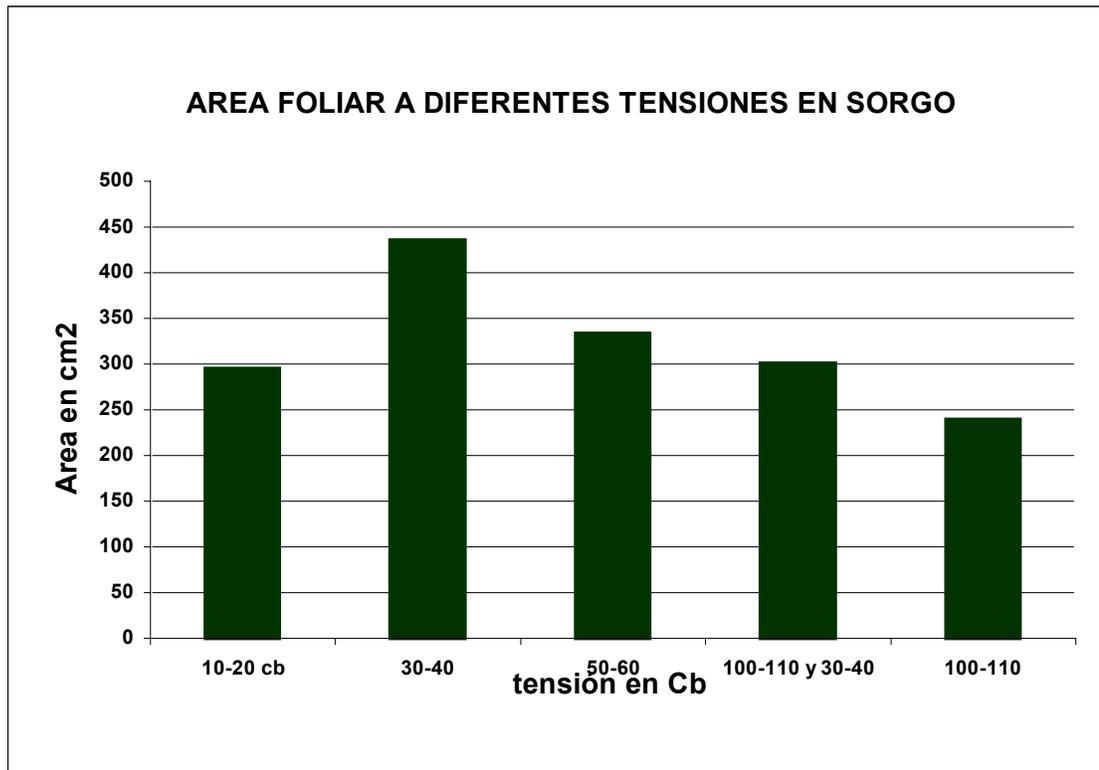
Por ultimo en la siguiente figura se muestra que la tensión propuesta en el tratamiento 5 a la capa de 30 cm de humedad no fue rebasada, presentando el mismo comportamiento que el tratamiento anterior, por tal razón se ve reflejado en los resultados.

En cuanto a las tensiones de humedad en el suelo monitoreado en 90 cm, presenta un incremento de la misma en los días 85 hasta la cosecha, nos muestra un déficit de humedad; al final del ciclo vegetativo a lo referente en el llenado de grano.



**Figura No.8. Tensión de Humedad en el Suelo de 100-110 Centibares (Cb) de los Días Después de la Germinación en Sorgo RB-4000.**

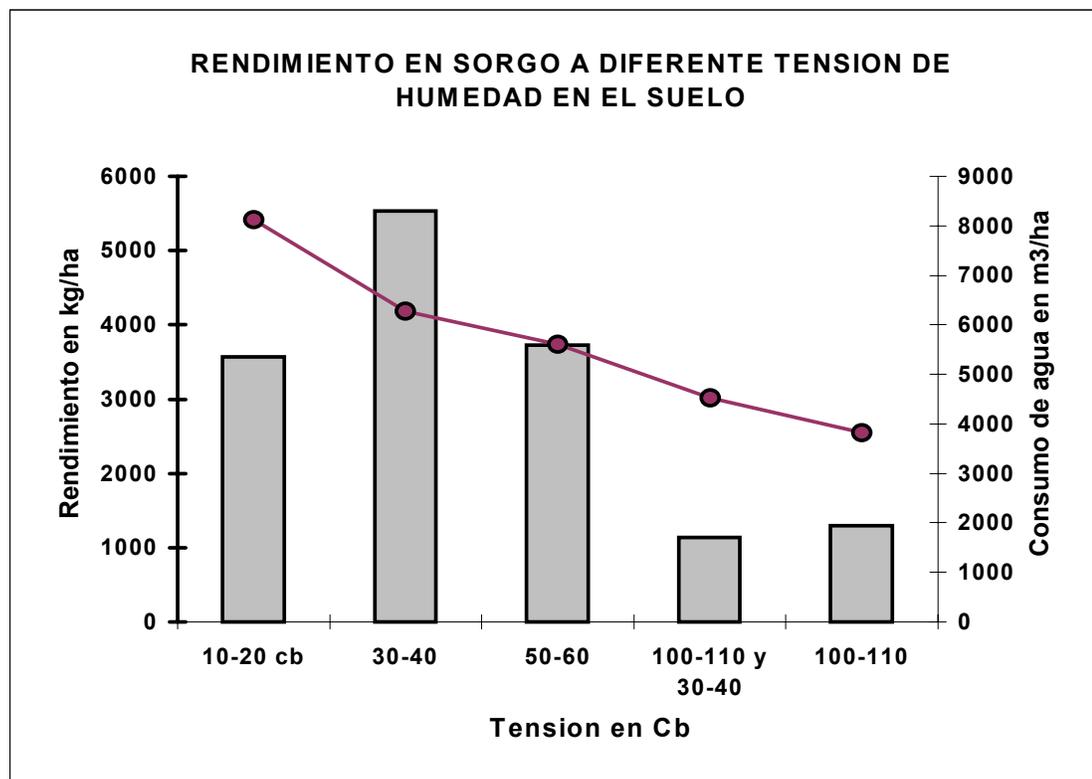
Basándonos en la figura anterior decimos que el índice de área foliar de sorgo RB-4000 en el tratamiento 2 con aplicación de tensión de humedad a 30-40 Centibares (Cb), presenta una de las menores tensiones de humedad en el suelo aplicadas y mayor índice de área foliar; con respecto al tratamiento mas restringido a la disponibilidad de agua que corresponde a 100-110 Centibares (Cb) presento menor índice de área foliar en comparación con los demás, lo cual se considera como, deseable para incrementar las funciones fotosintéticas del cultivo y obtener mejores rendimientos.



**Figura No. 9 Comportamiento del Area Foliar a Diferentes Tensiones de Humedad en el Cultivo de Sorgo Rb-4000.**

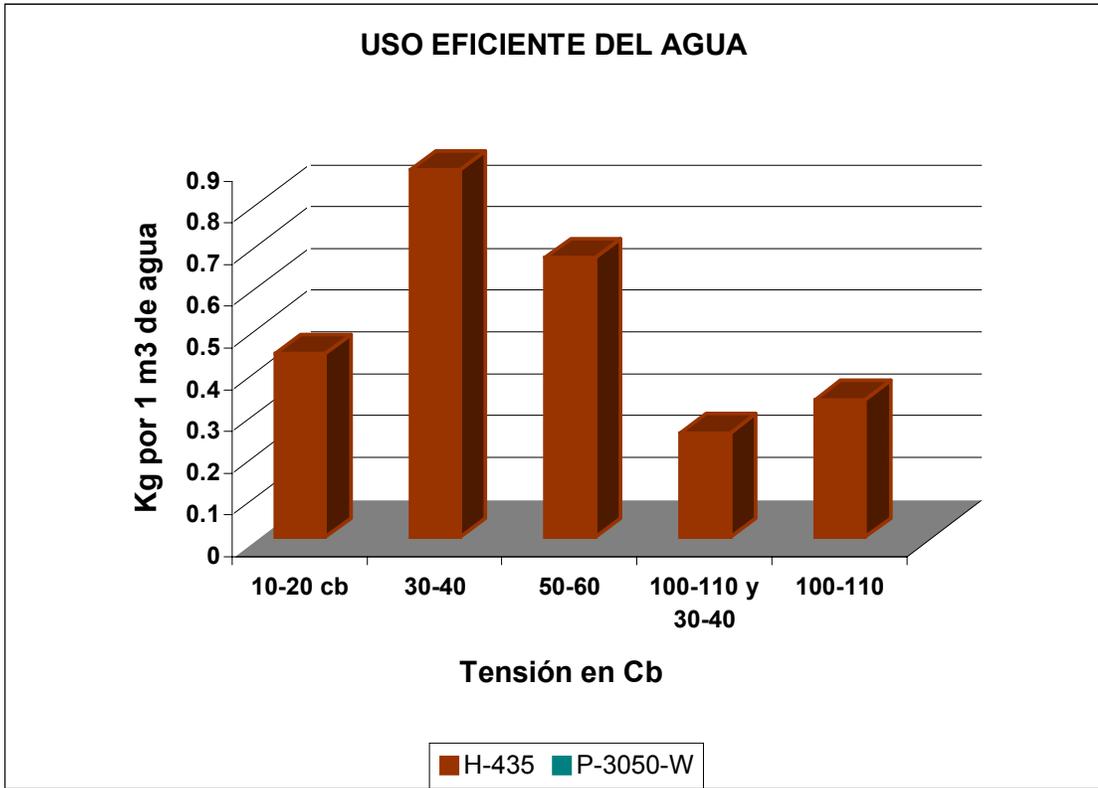
De acuerdo a los resultados obtenidos se elaboró la figura 10 y se encontró que el tratamiento 2 con tensión de 30-40 Centibares (Cb) tuvo mayor rendimiento en el cultivo de sorgo, además de que consumió menor cantidad de agua con respecto al tratamiento 1 que se le aplicó de 10-20 Centibares (Cb) a lo largo de su etapa fenológica; en el tratamiento 3 la tensión aplicada fue de 50-60 Centibares (Cb), tuvo el mismo comportamiento en rendimiento que el tratamiento 1. De acuerdo con el análisis estadístico se encontró diferencia significativa siendo el tratamiento mejor que los tratamientos 1 y 3 que son

estadísticamente iguales y que los tratamientos 4 y 5 que también se comportaron igual.

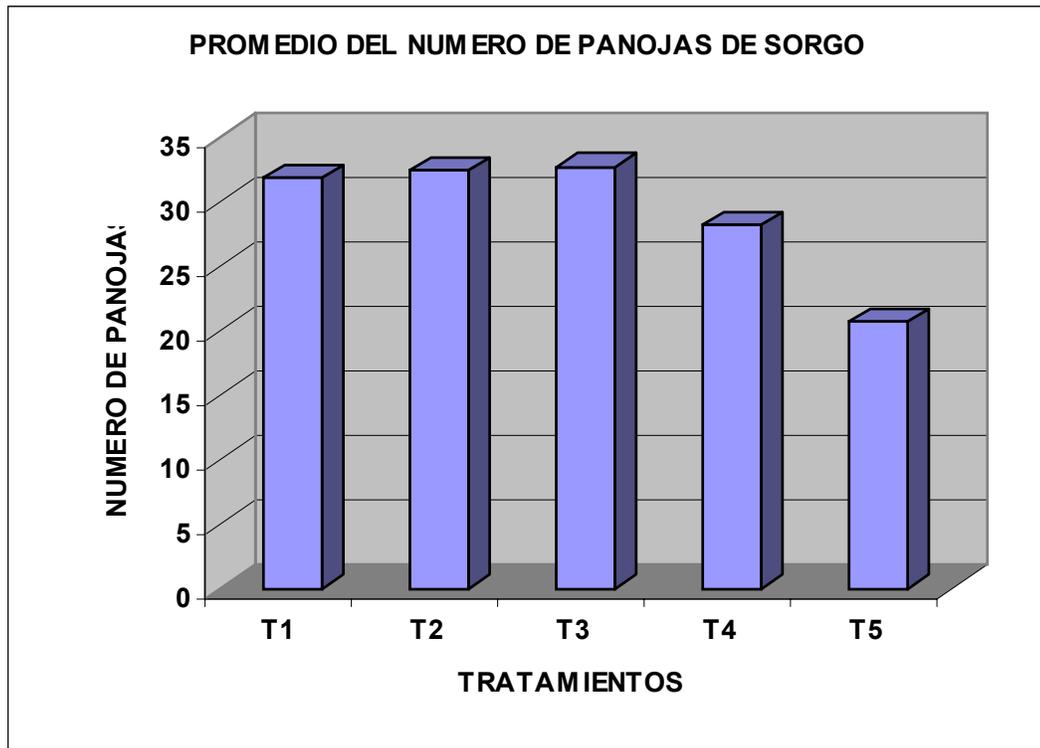


**Figura No.10. Rendimiento del Cultivo de Sorgo RB-4000 en Función de la Tensión de Humedad del Suelo en Centibares (Cb) y con Respecto al Consumo de Agua.**

En la figura 11 el tratamiento 2 con aplicación de 30-40 Centibares (Cb) fue el que tubo un uso mas eficiente a lo largo de su ciclo vegetativo en el cultivo de sorgo en comparación con los otros tratamientos, por lo que es recomendable manejar para este cultivo valores de tensión entre los 20 y 40 Centibares, lo anterior por el comportamiento de humedad, para este año.



**Figura No.11. Comportamiento en el Uso Eficiente del agua.**



**Figura No. 12 Promedio del Número de Panojas en Sorgo.**

En la figura 12 muestra que el tratamiento 3 tubo mayor número de panojas con respecto al tratamiento 5, que tubo el menor número de estas.

## **CONCLUSIONES.**

- ✍ La mejor tensión de humedad del suelo fue en un rango de 20-40 Centibares (Cb) lo que permitió tener mejor en todos sus parámetros evaluados.
- ✍ El mejor rendimiento se logro en el tratamiento 2 con 5.54 ton/ha y por lo tanto sé tubo un mejor uso del agua la cual fue de 0.88 kg/m<sup>3</sup>.
- ✍ Lasa temperaturas que se presentaron en Anahuac N.L. en este año afectaron en mayor grado las etapas de embuche hasta la cosecha.

## **BIBLIOGRAFIA.**

- ✓ Albiñana, I. 1984. El Sorgo, el Cultivo y Aprovechamiento, Editorial Editia Mexicana, S. A. Barcelona, España.
- ✓ CiQA, 1997. Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura, Semana de Horticultura, Coordinación de Agronomía, Depto. De Horticultura, U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila; México.
- ✓ DETENAL (Dirección de Estudios del Territorio Nacional). 1972. Cd. Anahuac. Carta Edafologica, G-14 A 46, Escala 1:50,000.
- ✓ Domínguez, V. A. 1993. Fertirrigación. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.
- ✓ Hoces, T. 1990. La Fertirrigación, Artículo. Revista Muy Interesante, No. 8-010890. Publicación mensual. México, D.F.
- ✓ Guerrero, G. A. 1981. Cultivos Herbáceos Extensivos. 2ª. Edición. Madrid, España.
- ✓ Hawley, M. E., T. J. Jackson And R.H. Mccuen. 1983. Surface Soil moisture Variation On Small Agricultural Watersheds. Journal of Hidrology. Vol.62: 178-200.
- ✓ Israelsen, O. W, y Hansen V. E. 1975. Principios y Aplicaciones del Riego. Editorial Reverte S. A. Barcelona, España.
- ✓ Leland, R. 1982. El sorgo, Guía para su mejoramiento Genético. UACH (Chapingo), México, D.F.
- ✓ Munguia, R. T. R. Nov.1986. Tesis. Principales Plagas Insectiles en el Cultivo de Sorgo Para Grano.U.A.A.A.N. Saltillo, México.
- ✓ Robles, R. S. 1990. Producción de Granos y Forrajes. Mexico, D.F.
- ✓ Robinson, J. M. And K. G. Hubbard. 1990. Soil Water Assessment Model For several Crope In The High Plains. Agronomy Journal. Vol. 82: 1141-1148.
- ✓ Rodríguez, S. F. 1992. Riego por Goteo. Ed. AGT Editor, S. A. México D.F.
- ✓ Rodríguez S. F. 1982. Riego por goteo A. G. T. Editor, S. A. Progreso 202 Planta, México, D.F.
- ✓ Rojas, P. L y Ramírez, R. L. E. 1998. Uso y Manejo del Agua. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.

- ✓ Torres, R. E. 1995. Agrometeorología. Editorial trillas. México, D.F.
- ✓ Volquarts, C. J, de J. Revista 1998. Estudio de los Reacciones de los Diferentes Elementos Necesarios Para la Fertilización con Fertilizantes Tradicionales y Sistema de Fertilización Flussigg. Productos Blitzzer, S.A, de C. V. Guadalajara, Jal. México.
- ✓ Wall, D. Y R. W. 1975. Producción y usos del Sorgo. Editorial Hemisferio Sur. 1ª. Edición. Buenos Aires, Argentina.

## **APENDICE.**

**Cuadro No.7. Análisis Estadístico Para Cada Tratamiento de Numero de Panojas.**

	T1	T2	T3	T4	T5
	31.833	32.417	32.667	28.20	20.70
T2 32.417	NS				
T3 32.667	NS	NS			
T4 28.20	NS	NS	NS		
T5 20.7	★	★	★	NS	

NS= No Significativo.

★ = Significativo con un  $\alpha$  0.05.

De acuerdo al cuadro 7 al análisis estadístico para los cinco tratamientos del numero de panojas en el cultivo de sorgo, el tratamiento 1 no presenta diferencia entre tratamientos excepto el tratamiento 5, ya que dicho tratamiento estuvo restringido en cuanto al consumo de agua.

**Cuadro No.8. Análisis Estadístico Para Cada Tratamiento de Rendimiento en kilogramos Por Hectárea.**

	T1	T2	T3	T4	T5
	357.336	553.660	372.917	113.92	129.35
T2 553.660	★				
T3 372.917	NS	★			
T4 113.92	★	★	★		
T5 129.35	★	★	★	NS	

NS= No Significativo.

★ = Significativo con un  $\alpha$  0.05.

Respecto al cuadro 8 el análisis estadístico para cada tratamiento en base a rendimiento en kg/ha; se observa que tratamiento 2 y 3 son significativos en comparación con los demás tratamientos, ya que estos presentan un mayor rendimiento.

**Cuadro No.9 Diferencia de la Media Significativa (DMS) en rendimiento del**

### **cultivo de sorgo RB-4000**

DMS= 90.48

Nivel de Significancia = 0.05

Tratamiento	Media.kg/ha	Orden
T2	553.7	A
T3	372.9	B
T1	357.3	B
T5	129.1	C
T4	113.9	C

En el cuadro No. 9 nos indica que los tratamientos 2 y 3 fueron los que tuvieron los mayores rendimientos, en comparación del tratamiento 4; el cual tuvo un menor rendimiento, debido a que no tuvo las condiciones favorables con respecto a los demás.

Cuadro No.10 Diferencia de la Media Significativa (DMS) del Numero de Panoja del sorgo Rb-4000.

DMS= 4.127

Nivel de Significancia = 0.050

Tratamiento	Media	Orden
T3	32.67	A
T2	32.42	A
T1	31.83	AB
T4	28.18	B
T5	20.58	C

El cuadro 10 nos representa la media del numero de panojas en los diferentes tratamientos, el que presento mayor media fue el tratamiento 3, seguido por el tratamiento 2 en comparación a los restantes tratamientos, cabe mencionar que el tratamiento 5 presento menor media.