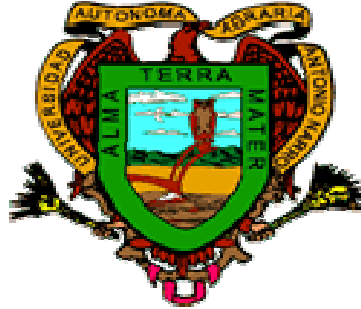


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**“Comparación de un Sistema de Riego Subsuperficial con Goteo Integrado y  
Cinta de Goteo en el Cultivo de Calabacita”.**

**Por:  
DILMAR ADAIN ÁLVAREZ VELASCO**

**TESIS**

**Presentada Como Requisito Parcial Para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Febrero de 2011**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

"Comparación de un Sistema de Riego Subsuperficial con Goteo Integrado y  
Cinta de Goteo en el Cultivo de Calabacita".

Realizado por:

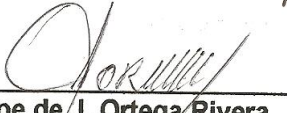
DILMAR ADAIN ÁLVAREZ VELASCO


Que somete a la consideración del H. Jurado  
examinador como requisito parcial para obtener el título  
de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA

  
M.C. Gregorio Briones Sánchez  
Asesor Principal

  
DR. Felipe de J. Ortega Rivera  
Sinodal

  
M.C. Tomas Reyna Cepeda  
Sinodal  
Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

  
M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez  
Coordinador de la División de Ingeniería  
Coordinación de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Febrero, 2011.

## **DEDICATORIA**

### **A Dios:**

Por haberme dado la vida, la salud, por darme la oportunidad de realizar mis sueños, por estar conmigo en los momentos más difíciles y darme las fuerzas para seguir adelante en cada uno de los tropiezos que me da la vida, por enseñarme el camino a ser una persona de bien y mostrarme su infinito amor.

### **A mis padres:**

**Sr. Gerardo Álvarez Lievano y Sra. Trinidad Velasco García** a ellos les doy gracias por haberme dado la vida, por darme la enseñanza de ser un hombre de bien, por sus cariños, sus consejos que me inculcaron y sobre todo les doy gracias por que sin ellos no hubiera podido sacar adelante mis estudios y por eso a ellos le dedico esta carrera. Muchas gracias padres.

### **A mis hermanos:**

**Eric y Andrés** hermanos le doy gracias a ustedes por sus cariños, consejos y sobre todo que puedo contar con ustedes en las buenas y las malas.

### **A mis abuelos:**

**Sr. Efraín Velasco y Sra. Otila García (abuelos maternos)** gracias por sus consejos y sus deseos de que yo saliera adelante.

**Sr. Alberto Álvarez y Sra. Amelia lievano (abuelos paternos)** a ustedes les doy gracias por el cariño que siempre me daban.

### **A mis tíos:**

**Manuel, Roberto, Juan, carolina, mari, lidia, Carmela, pablo.**

## AGRADECIMIENTOS

A mi “Alma Terra Mater”, la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**, por haberme recibido en su seno y brindarme la oportunidad de culminar mis estudios, siempre te llevaré en mi corazón.

**A mis Maestros**, por haber compartido sus conocimientos y experiencias profesionales, por haber sido uno de los eslabones que me ayudo a forjarme profesionalmente.

Al **M.C. Gregorio Briones Sánchez** por brindarme su amistad y su confianza por aceptarme como tesista y sobre todo, por el apoyo en la conducción del presente trabajo.

Al **Ing. Tomas Reyna Cepeda** por su amistad y confianza, por participar en este trabajo y brindarme su tiempo en la revisión del mismo.

Al **Dr. Felipe de Jesús Ortega Pérez** por brindarme su amistad y confianza, por participar en este trabajo y brindarme su tiempo en la revisión del mismo.

A **mis compañeros, (Jaime, Octavio, Iván, julio, Fidel, Ernesto, Lucio, Toño.** Gracias por las experiencias vividas y por el apoyo brindado durante la estancia en nuestra Alma Terra Mater.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	IV
ÍNDICE DE CUADROS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN .....	XI
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo .....	2
1.2. Hipótesis .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. El Riego.....	3
2.2. Riego Localizado .....	4
2.3. Riego Subsuperficial .....	5
2.4. Tipos de Sistemas.....	5
2.4.1. Entubados y Compuertas.....	5
2.4.2. Aspersión .....	5
2.4.3. Aspersión Portátil .....	5
2.4.4. Aspersión Fija.....	6
2.4.5. Cañón.....	6
2.4.6. Side Roll .....	6
2.4.7. Pivote Central y Avance Frontal .....	6
2.5. Sistema de Riego por Goteo .....	7
2.5.1. Historia .....	7
2.5.2. Características.....	8

2.5.3. Evolución .....	9
2.5.4. Ventajas y Desventajas del sistema de riego por goteo .....	9
2.5.5. Partes del Sistema .....	10
2.5.6. Dispositivos de Seguridad .....	12
2.5.7. Selección del Emisor .....	13
2.5.8. Obstrucción de Goteros.....	13
2.5.9. Instalación del Sistema de Riego .....	14
2.6. Sistema de Riego con Cinta de Goteo .....	16
2.7. Información General y de Cultivo .....	17
2.7.1. Calabacita .....	17
2.7.2. Origen .....	18
2.7.3. Características .....	18
2.7.4. Clima .....	18
2.7.5. Suelo y Fertilización .....	19
2.7.6. Siembra .....	19
2.7.7. Plagas y Enfermedades .....	19
2.7.8. Cosecha .....	20
2.8. Acolchado Plástico .....	20
2.8.1. Ventajas de Acolchado Plástico .....	20
2.8.2. Desventajas del Uso de Acolchado .....	22
2.8.3. Características de Acolchado .....	22
2.8.4. Tipos de Acolchados .....	23

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	24
3.1. Características Generales del Área del Experimento .....	24
3.1.1. Localización Geográfica .....	24
3.2. Croquis del Área del Experimento .....	24
3.3. Características Climáticas .....	25
3.4. Diseño Experimental .....	25
3.5. Variables Observadas .....	26
3.6. Método de Medición .....	26
3.7. Establecimiento del Experimento .....	26
3.8. Fuente de Establecimiento .....	27
3.9. Diseño del Experimento .....	27
3.10. Instalación del Sistema de Riego .....	27
3.11. Frecuencia de Riego .....	28
3.12. Descripción del Material Vegetativo .....	28
3.13. Preparación del Terreno .....	28
3.14. Zanjeado para el Goteo Subsuperficial y Construcción de Camellones .....	29
3.15. Acolchado del Terreno .....	29
3.16. Siembra .....	30
3.17. Germinación .....	30
3.18. Deshierbes .....	31
3.19. Fertirrigación del Cultivo .....	31
3.20. Aforo de Goteros Manguera RAM.....	33
3.21. Aforo de Cinta de Goteo AQUATRAXX .....	33

3.22. Evapotranspiración de la Calabacita con el Método de Blaney Criddle.....	33
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
4.1. Altura de la Planta .....	35
4.2. Número de Hojas .....	36
4.3. Tamaño de la Hoja .....	38
4.4. Peso del Fruto en Gramos/planta (primer corte) .....	41
4.5. Peso del Fruto en Gramos/planta (segundo corte) .....	45
4.6. Peso del Fruto en Gramos/planta (tercer corte) .....	46
4.7. Peso del Fruto en Gramos/planta (cuarto corte).....	48
4.8. Peso del Fruto en Gramos/planta (quinto corte).....	49
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>53</b>
<b>VII. APÉNDICE A .....</b>	<b>56</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<b>Cuadro 2.1.</b> Valor nutricional de la calabacita .....	17
<b>Cuadro 2.2.</b> Plagas y Enfermedades .....	19
<b>Cuadro 3.1.</b> Fecha de aplicación de fertilizantes .....	32
<b>Cuadro 3.2.</b> Numero de aforos de la manguera RAM .....	33
<b>Cuadro 3.3.</b> Numero de aforos de la cinta AQUATRAXX .....	33
<b>Cuadro 3.4.</b> Evapotranspiración de la calabacita .....	33
<b>Cuadro 4.1.</b> Altura de la planta observada durante el ciclo en los Tratamientos .....	35
<b>Cuadro 4.2.</b> Numero de hojas observadas durante el ciclo en los Tratamientos .....	37
<b>Cuadro 4.3.</b> Tamaño de la hoja observada durante el ciclo en los Tratamientos .....	38
<b>Cuadro 4.4.</b> Área de la hoja .....	39
<b>Cuadro 4.5.</b> Peso del fruto primer corte .....	41
<b>Cuadro 4.6.</b> Análisis de varianza .....	43
<b>Cuadro 4.7.</b> Peso del fruto segundo corte .....	45
<b>Cuadro 4.8.</b> Peso del fruto tercer corte .....	46
<b>Cuadro 4.9.</b> Peso del fruto cuarto corte .....	48
<b>Cuadro 4.10.</b> Peso del fruto quinto corte .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 2.1.</b> Sistema de riego por goteo .....	7
<b>Figura 3.1.</b> Área del experimento .....	24
<b>Figura 3.2.</b> Diseño del experimento con manguera RAM y Cinta AQUATRAXX .....	27
<b>Figura 3.3.</b> Construcción de camellones .....	29
<b>Figura 3.4.</b> Acomodo del acolchado .....	30
<b>Figura 3.5.</b> Germinación de la planta .....	30
<b>Figura 3.6.</b> Realizando el deshierbe .....	31
<b>Figura 3.7.</b> Tipos de fertilizantes utilizados en la calabacita .....	32
<b>Figura 3.8.</b> Curva de la evapotranspiración de la calabacita .....	34
<b>Figura 4.1.</b> Tendencia de la curva de la altura de la planta .....	36
<b>Figura 4.2.</b> Tendencia de la curva del numero de hojas/planta .....	37
<b>Figura 4.3.</b> Tamaño de la hoja .....	40
<b>Figura 4.4.</b> Gráfica del peso del fruto primer corte .....	44
<b>Figura 4.5.</b> Gráfica del peso del fruto segundo corte .....	46
<b>Figura 4.6.</b> Gráfica del peso del fruto tercer corte .....	47
<b>Figura 4.7.</b> Gráfica del peso del fruto cuarto corte .....	49
<b>Figura 4.8.</b> Gráfica del peso del fruto quinto corte .....	50

## RESUMEN

El riego por goteo, es un método de irrigación utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos.

El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros). La escasez de este vital líquido obliga a reiterar nuevamente una llamada a la moderación de consumo por parte de la población a nivel mundial, ya que sin su colaboración los esfuerzos técnicos que llevan a cabo algunas organizaciones resultarían insuficientes.

Con un sistema de riego por goteo el agua puede ser suministrada al cultivo con base en una baja tensión y una alta frecuencia con lo cual se crea un medio ambiente óptimo de humedad necesaria en el suelo.

El presente trabajo se realizó en el “Jardín Hidráulico” de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN) ubicado en Buenavista Saltillo, Coahuila. Este trabajo tuvo como finalidad comparar un sistema de riego subsuperficial con goteo integrado y cinta de goteo en el cultivo de la calabacita. La siembra se realizó directamente al suelo depositando una semilla al suelo a una profundidad de 4 cm, el 22 de abril.

Se utilizó un diseño experimental tipo factorial anidado con dos factores ( $2 \times 2$ ) en un solo bloque con 5 repeticiones. Teniendo un total de 20 unidades experimentales y los datos tomados se procesaron en un análisis de varianza anidado. El factor A, representado por la manguera de goteo RAM con acolchado; el factor B manguera de goteo RAM sin acolchado; el factor C cinta de goteo AQUATRAXX con acolchado y el factor D cinta de goteo AQUATRAXX sin acolchado. Las variables analizadas fueron: altura de la planta, número de hojas, tamaño de la hoja, número de frutos y peso del fruto.

Los resultados obtenidos en cada una de las variables sobresalió más el tratamiento A que es manguera de goteo RAM con acolchado, seguido del tratamiento C que es cinta de goteo AQUATRAXX con acolchado, luego el tratamiento B manguera de goteo RAM sin acolchado y por último el tratamiento D cinta de goteo AQUATRAXX sin acolchado.

**Palabras clave:** el riego, sistemas de riego, riego por goteo subsuperficial, cultivo de la calabacita, fertirriego, acolchado plástico.

## I. INTRODUCCIÓN

Los conocimientos científicos fundamentales aplicados actualmente a nivel mundial en los diversos sistemas de riego tecnificado, combinados con principios elementales que rigen la conducción del agua, dan origen al RIEGO.

Hay que tomar diversos criterios para aplicar cualquier sistema de riego que se desea implantar para producción óptima de los cultivos y uno de los criterios a considerar es cómo afrontar la problemática del agua, el agua actualmente ya es considerado un recurso escaso, que quiere decir esto significa que el agua dulce es escaso.

La tecnología para el manejo del agua de riego ha tenido un importante desarrollo, en los últimos 30 años, vinculado por un lado a las preocupaciones por hacer un manejo adecuado de los recursos suelo y agua, y por otro a las exigencias de mayor eficiencia en los cultivos para incorporarse a las dinámicas del mercado cada vez en incremento por los procesos de globalización.

Las prácticas tradicionales de riego, con bajas eficiencias, han generado problemas bastante conocidos como erosión, salinización, sobreexplotación de acuíferos, inundaciones, insalubridad, déficit de áreas potencialmente regables, y sus consiguientes impactos ambientales, económicos y sociales negativos.

El territorio mexicano está cubierto por una gran diversidad de climas; al norte predominan los climas árido y semiárido, donde el uso eficiente del agua cobra especial importancia para la producción.

El riego subsuperficial posibilita un suministro directo, de agua, nutrientes y otros productos, a la raíces de las plantas. Esta modalidad de riego es una de las más eficientes formas de riego.

Reduce de manera considerable la evaporación, la dispersión ocasionada por el viento, la sobre-aspersión, el vandalismo y sobre todo contribuye al ahorro de agua.

La profundidad y la separación con que son colocadas las mangueras dependen de las plantas o cultivo a regar. El agua puede ser transportada por capilaridad a través del subsuelo en una profundidad entre 150-750mm, dando lugar una capa de suelo húmeda.

El Sistema de Riego por goteo, es nueva técnica de riego, se caracteriza por ser una fuente de ahorro de agua, mejor control del suelo, mayor rendimiento de los cultivos, solo se emplea al sistema radicular de la planta, no erosiona el suelo, menor pérdida de nutrientes por lixiviación, se puede aplicar programas de fertirrigación. El inconveniente fundamental es el costo de la instalación.

El Sistema de Riego por goteo, constituye en una alternativa para los pequeños agricultores de la costa norte del país para que puedan acceder a una tecnología intermedia que les posibilite alcanzar su propia seguridad alimentaria y producir excedentes para el mercado.

## **I.1 OBJETIVOS**

- ❖ Comparar la manguera RAM con la CINTA AQUATRAXX.
- ❖ Evaluar la respuesta de crecimiento; desarrollo y producción de las plantas cultivadas con manguera RAM y CINTA AQUATRAXX.
- ❖ Estimar el consumo de agua del cultivo de la calabacita con y sin acolchado.

## **I.2. HIPÓTESIS**

- Se espera tener mayor rendimiento en manguera de goteo RAM de NETAFIM que en cinta de goteo AQUATRAXX.
- También espero observar mas incremento en crecimiento y producción en el cultivo de la calabacita en acolchado que en sin acolchado.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 EL RIEGO

El riego consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro que necesitan favoreciendo así su crecimiento.

El método principal de entrega de agua al campo (para cerca del 95 % de los proyectos en todo el mundo) es el riego por inundación o de surco. Otros sistemas emplean aspersores y riego de goteo. Aunque sean técnicas relativamente nuevas, que requieren una inversión inicial más grande y manejo más intensivo que el riego de superficie, el riego por aspersión y el de goteo suponen una mejora importante en la eficiencia del uso del agua, y reducen los problemas relacionados con el riego (**SANDOVAL y VARAS, 1990**).

La cantidad de agua entregada al sistema durante cada riego, varía con las condiciones climáticas y según la estrategia de riego. Sin embargo para cuestiones de diseño se utiliza la máxima demanda del cultivo, ya que esto nos sirve para determinar la capacidad que debe tener el sistema. Es decir debe de ser capaz de entregar un caudal igual a la demanda. La lámina de riego expresada en contenido de humedad en un determinado momento puede expresarse de la siguiente manera:

$$Lr = (\theta_{cc} - \theta_{actual}) * Pr$$

#### En donde:

Lr = Lámina de riego (cm).

$\theta_{cc}$  = Contenido de humedad volumétrico a capacidad de campo.

$\theta_{actual}$  = Contenido de humedad volumétrico inicial.

Pr = Profundidad de raíces (cm).

## 2.2 RIEGO LOCALIZADO

Una manera moderna de regar, es la utilización de los métodos de riego por goteo y micro aspersión (riego localizado), que consiste en la aplicación del agua al suelo en forma localizada, es decir, sólo se moja una zona restringida del volumen radicular. Estos métodos son apropiados para zonas donde el agua es escasa, ya que su aplicación se hace en pequeñas dosis y de manera frecuente, consiguiendo con esto un mejor control de la aplicación del agua y algunos otros beneficios agronómicos.

El riego localizado se empezó a ensayar en Alemania en 1860 y en Estados Unidos en 1918, mediante tuberías porosas o perforadas enterradas. El sistema resultó caro por el tipo de tuberías que se empleaban y presentaba problemas de obstrucción, porque las raíces de las plantas acababan taponando las salidas.

Puede afirmarse que el riego localizado tal como se conoce en la actualidad, empezó en Inglaterra, después de la Segunda Guerra Mundial, en invernaderos, semilleros y jardinería, utilizándose micro tubos como emisores.

Sin embargo, es en la década de los sesenta, en Israel, cuando se inicia su expansión, tras el perfeccionamiento de las técnicas de extrusión e inyección de los plásticos, **Medina (1979)**.

Así, Israel fue uno de los países pioneros de la investigación y desarrollo de este tipo de riegos para sus zonas áridas, semiáridas y desérticas. Simultáneamente se investigó en Italia, Inglaterra, Francia y Estados Unidos, llegando a buenos resultados, saltando de la etapa experimental a la fase de expansión agrícola, **Rodríguez (1982)**.

El riego localizado supone una mejora tecnológica importante, que contribuirá por tanto, a una mayor productividad. Implica un cambio profundo dentro de los sistemas de aplicación de agua al suelo que incidirá también en las prácticas



culturales a realizar, hasta el punto que puede considerarse como una nueva técnica de producción agrícola.

## **2.3 RIEGO SUBSUPERFICIAL**

El riego sub-superficial posibilita un suministro directo, de agua, nutrientes y otros productos, a la raíces de las plantas. Esta modalidad de riego es una de las más eficientes formas de riego.

Reduce de manera considerable la evaporación, la dispersión ocasionada por el viento, la sobre-aspersión, el vandalismo y sobre todo contribuye al ahorro de agua.

La profundidad y la separación con que son colocadas las mangueras dependen de las plantas o cultivo a regar. El agua puede ser transportada por capilaridad a través del subsuelo en una profundidad entre 150-750mm, dando lugar una capa de suelo húmeda.

## **2.4 TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO**

### **2.4.1 Entubados y Compuertas**

Son sistemas de baja presión que buscan reducir la pérdida por infiltración al eliminar los canales a cielo abierto hasta la parcela.

### **2.4.2 Aspersión**

El riego por aspersión busca aplicar el agua en forma de lluvia sobre la planta, hay distintos tipos por el tamaño del aspersor y forma de aplicar.

### **2.4.3 Aspersión portátil**

Se refiere a equipos que tiene la facilidad de desmontar la tubería regante y los aspersores de un lugar a otro.

La tubería utilizada para estos sistemas puede ser aluminio o un tipo de tubería de PVC desarrollada por Plásticos Rex resiste la intemperie y es desmontable.

#### **2.4.4 Aspersión Fija**

Son equipos de aspersión con todos sus elementos permanentes sobre el campo.

#### **2.4.5 Cañón**

Son aspersores de gran tamaño que cubren diámetros mayores a 70 m. Pueden moverse manual o mecánicamente.

Los aspersores usados aseguran buena cobertura y uniformidad además de sencillez en el mantenimiento de los equipos.

#### **2.4.6 Side Roll**

Se caracteriza por tener un sistema de ruedas que le dan movilidad a la tubería regante, la que sirve como eje, es un sistema limitado en su operación a terrenos muy regulares en su topografía, tendiendo a ser rectangulares.

Los sistemas Side Roll de Rex Irrigación-IRRIDELCO además de ser ligeros son resistentes a los esfuerzos mecánicos que se ejercen principalmente en las ruedas.

#### **2.4.7 Pivote Central y Avance Frontal**

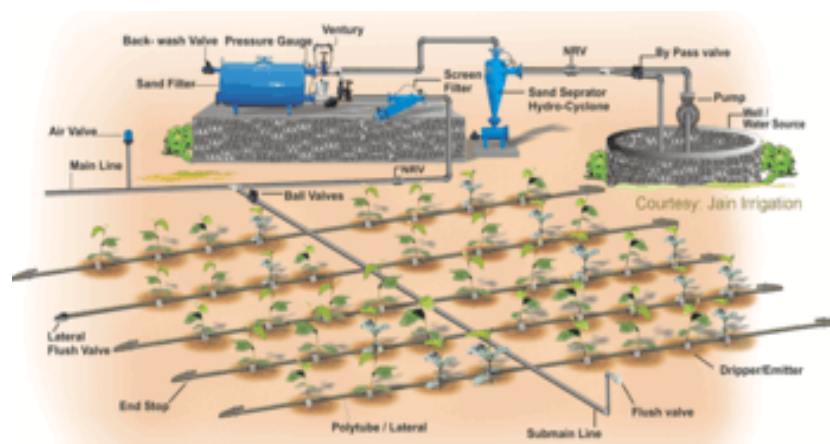
Se caracteriza por tener sistema de torres y ruedas que transportan una línea móvil de tubería regante, su gama de cultivos es amplia.

Una de las principales ventajas de los sistemas de Rex Irrigaciones su mecanismo "lock in line" para mantener alineado el pivote durante la operación, que evita colapso de la tubería debido al doblamiento provocado por bloqueos inesperados de alguna rueda.

## 2.5 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

El riego por goteo es la aplicación artificial del agua al suelo en pequeñas cantidades para cubrir los requerimientos hídricos del cultivo, este método se caracteriza por una lenta y alta frecuencia de aplicación en forma de gotas directamente al suelo humedeciendo la zona radicular de las plantas, el agua es distribuida en campo por una serie de mangueras en los cuales se encuentran instalados (de 0.5 a 1 m) pequeños dispositivos denominados emisores o goteros que suministran el agua a través de un flujo gradual y uniforme que proporciona descargas de 2 a 8 Lph (**Rojas y Briones, 2001**).

El agua, los nutrientes solubles y otros productos químicos pueden ser aplicados en la dosis que requiere la planta en cantidad, estos elementos se distribuyen en el perfil del suelo describiendo un patrón de humedecimiento ovoide llamado bulbo de mojado (**Rojas y Briones, 2001**).



**Figura 2.1.** Sistema de riego por goteo

### 2.5.1 Historia

El riego por goteo ha sido utilizado desde la Antigüedad cuando se enterraban vasijas de arcilla llenas de agua con el fin de que el agua se infiltrara gradualmente en el suelo. El riego por gota a gota moderno se desarrolló en Alemania hacia 1860 cuando los investigadores comenzaron a experimentar la

subirrigación con ayuda de tuberías de arcilla para crear una combinación de irrigación y de sistema de drenaje. En los años 1920, tuberías perforadas fueron utilizadas en Alemania, después O.E. Robey experimentó el riego por tubería porosa de tela en la universidad de Míchigan.

Con la llegada de los plásticos modernos después de la Segunda Guerra Mundial, fueron posibles numerosas mejoras. Micro-tubos de plástico y diversos tipos de goteros han sido empleados en invernadero en Europa y en Estados Unidos.

La moderna tecnología de riego por goteo fue inventada en Israel por Simcha Blass y su hijo Yeshayahu. En lugar de liberar el agua por agujeros minúsculos, que fácilmente se podían obstruir por acumulación de partículas minúsculas, el agua se libera por tuberías más grandes y más largas empleando el frotamiento para ralentizar la velocidad del agua en el interior de un emisor (gotero) de plástico. El primer sistema experimental de este tipo fue establecido en 1959 cuando la familia de Blass en el Kibboutz Hatzerim creó una compañía de riegos llamada Netafim. A continuación, desarrollaron y patentaron el primer emisor exterior de riego por gota a gota. Este método muy perfeccionado se ha desarrollado en Australia, en América del Norte y en América del Sur hacia el fin de los años 60.

### **2.5.2 Características**

- Utilización de pequeños caudales a baja presión.
- Localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión (emisores o goteros).
- Al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a caudales pequeños.

### 2.5.3 Evolución

Actualmente se han añadido varias mejoras para evitar los problemas que podría tener este sistema:

- Goteros autocompensantes: Dan un caudal más o menos fijo dentro de unos márgenes de presión. Es útil para que los goteros del final del tubo no den menos agua que los del principio debido a la caída de presión debida al rozamiento. También son útiles cuando el tubo va en cuesta. Los goteros más bajos soportaran más presión y si no son adecuados pueden perder demasiada agua.
- Goteros y filtros autolimpiables: Este sistema de riego es muy sensible a las partículas solididad y se suelen instalar filtros muy eficaces y con sistemas de auto limpiado periódico. Los propios goteros también pueden tener un sistema para eliminar pequeñas partículas que puedan atascarlos.
- Goteros regulables: Se puede regular el caudal con un mando mecánico.

### 2.5.4 Ventajas y desventajas del sistema de riego por goteo según (Rojas y Briones, 2001).

#### a) Ventajas:

- ❖ Se incrementan los rendimientos agrícolas en calidad y cantidad
- ❖ Acelera la maduración
- ❖ Uso de agua salina
- ❖ Uso optimo y ahorro de fertilizantes
- ❖ Permite utilizar suelos arenosos
- ❖ Control permanente de humedad
- ❖ Fácil operación y gran ahorro de mano de obra
- ❖ Reduce la incidencia de malas yerbas

- ❖ Permite utilizar gastos pequeños
- ❖ En el riego se pueden aplicar fertilizantes y líquidos

#### **b) Desventajas**

- ❖ Alto costo de inversión
- ❖ El material utilizado debe ser resistente a presiones
- ❖ Las sustancias químicas y fertilizantes que se apliquen, deben ser solubles y no reaccionar con el material de la tubería
- ❖ Dificulta el usos de maquinas por sus líneas
- ❖ Se presenta taponamientos frecuentes de goteros
- ❖ Se requiere de personal capacitado para manejar el sistema

#### **2.5.5 Partes del Sistema**

a) Fuentes de Agua (superficial o subterránea): Es la parte fundamental del riego, y esta puede ser de diferente tipo: pozo, río, lagos, lagunas, pilas; es de donde se provee de agua para el sistema.

b) Cabezal de Riego: Este constituye el cerebro del sistema y está formado por un conjunto de elementos que permiten el suministro del agua de riego al sistema, su filtrado, medición, el control de la presión.

- Equipo de Bombeo: La función principal de la bomba es proporcionar el gasto y presión requerido por el sistema de riego. Los equipos de bombeo tienen la característica funcional de que dentro de ciertos límites de operación, al variar la carga hidráulica varía el caudal, es decir, a mayor carga de operación menor caudal entregado y viceversa. Las características de funcionamiento de las bombas se resumen en curvas "características" que relacionan: carga, gasto, eficiencia, velocidad específica y potencia, estas características son entregadas por el fabricante.

- Equipo de Filtrado, sirve para retener impurezas, partículas y sólidos del agua.

c) Equipos para Fertirrigación.- Este proceso tiene que darse al menos 15 minutos antes de que el agua deje de salir por el último gotero para que pueda lavar los productos químicos.

d) La red de Distribución.- El agua que ha pasado por las partes anteriores tiene que llegar finalmente a la plantas para eso se necesita una red de distribución que incluirá: tubería de conducción, líneas emisoras o porta goteros y emisores.

➤ **Tubería Principal.** Es la tubería que conecta el cabezal de control con las tuberías de distribución. estas tuberías son de poli cloruro de vinilo (PVC).

➤ **Tubería de Distribución o Secundaria.** Son las tuberías que conectan la tubería de conducción con las unidades de control autónomo. Estas generalmente son de PVC.

➤ **Tubería de Alimentación o Terciarias.** Son las tuberías que abastecen a las mangueras regantes, estas tuberías pueden ser de polietileno o pvc.

➤ **Unidad de Control Autónomo.** Es el conjunto de válvulas, manómetros y accesorios que permiten controlar el suministro de agua de una sección de riego.

➤ **Sección de Riego.** Es la superficie dominada por las tuberías regantes y sus distribuidores.

➤ **Tubería Regantes.** Son tuberías que alimentan a los emisores, generalmente estas son de polietileno, las cuales tienen los goteros integrados. En general, los laterales son enterrados a profundidades de 10 a 70 cm., el espaciamiento entre laterales varía de 0.25 a 2 metros, y existe ya una vasta experiencia acumulada y disponible en una gran variedad de cultivos, desde céspedes a hortalizas, cultivos de campo, viñedos y frutales.

➤ **Emisores o Goteros.** Los emisores son los dispositivos más importantes, ya que son los que permiten la salida de agua a la zona radical de las plantas, con gastos controlados, dándole el nombre al sistema de riego.

➤ **Tuberías de Drenado.** Son tuberías en las cuales se conectan los extremos finales de las mangueras regantes, esto con el fin de evacuar las impurezas o partículas que puedan obstruir los emisores.

## 2.5.6 Dispositivos de Seguridad

- **Válvulas de Retención o Unidireccionales.** Su finalidad es impedir el cambio de dirección no deseada de la corriente de agua, es decir, para retener la masa de agua que se encuentra en la tubería, cuando la bomba suspende su operación. Además otra función de estas válvulas es amortiguar el golpe de ariete evitando que este dañe el equipo de bombeo, o bien para evitar que la fuente de suministro de agua de contamine con los agroquímicos inyectados en el sistema.
- **Válvulas de Alivio.** Las válvulas aliviadoras de presión tienen como finalidad permitir la fuga del aire o agua cuando la presión en la instalación sobrepasa un límite preestablecido, para proteger con ello el equipo de bombeo, tubería y demás elementos en la conexión contra estos cambios bruscos de presión que se producen por el arranque o paro del equipo de bombeo.
- **Purgadoras o Ventosas.** Los purgadores permiten la salida del aire en aquellos puntos especiales de la instalación en que pueden acumularse, codos, partes elevadas de las tuberías, filtros, tanques de fertilización.

Las ventosas son válvulas de entrada y salida de aire. Su función es permitir que salga el aire cuando se llenan las tuberías de agua., evitando la formación de burbujas en las partes altas de la instalación, y permitir que entre aire cuando las tuberías se estén vaciando para evitar el golpe de ariete, la succión de tuberías y la succión de partículas externas por los emisores.

- **Válvulas de Lavado.** El lavado de laterales también puede realizarse en forma automática instalando válvulas de lavado al final de cada lateral o tubería de drenado. Las válvulas de lavado permanecen abiertas a presiones inferiores a 0.5 mca Inmediatamente después de iniciar el funcionamiento del equipo comienza el llenado de las laterales. Por un tiempo aproximado de 20 segundos, la válvula permanece abierta permitiendo la salida de un reducido volumen de agua (inferior a 1 litro), suficiente para eliminar las impurezas acumuladas durante el día anterior. También, al terminar el riego, la presión en la lateral disminuye desde el punto de trabajo (8 - 12 mca) a presión atmosférica. Alcanzado la presión umbral



de apertura de la válvula, esta se abre y drena completamente arrastrando hacia fuera el material acumulado durante la jornada de trabajo.

### **2.5.7 Selección del Emisor**

Existen diferentes criterios para la selección de un emisor como se muestran a continuación algunos:

a) Consumo del agua del cultivo y el tiempo de operación. El consumo de agua por el cultivo y el tiempo de operación en cada sección de riego, permite obtener alternativas de gasto de emisores que llevan a costos de adquisición, instalación y operación diferentes. Al determinarlas y al conjuntarlas con las características de suelo se seleccionan las más económicas viables

b) Sensibilidad al taponamiento. Con base al diámetro menor de la sección hidráulica y considerando la calidad del agua desde el punto de vista del contenido de sólidos orgánicos e inorgánicos.

c) Sensibilidad Hidráulica. Con base al exponente de la relación del caudal del emisor, buscando emisores con exponentes hidráulicos pequeños.

d) Variación de fabricación. El coeficiente de variación de fabricación debe ser pequeño (5% para emisores puntuales y 10% para líneas de descarga continua).

e) Sensibilidad a la temperatura. La descarga del emisor no debe variar con cambios de temperatura del agua y el emisor.

f) Calidad de los materiales. Resistencia a los rayos ultravioleta, químicos, productos de petróleo, etc.

### **2.5.8 Obstrucción de goteros**

Los emisores de riego por goteo con el tiempo se obturan debido a varias causas:

Muy frecuentes es por la cal de las aguas calizas. Se puede eliminar con una aguja revisando gotero por gotero (si es posible) o, a nivel agrícola, proceder a su disolución haciendo un tratamiento a base de ácidos. El ácido nítrico es el más

utilizado para este fin por los agricultores, diluido al 56% o 65%. Este ácido es peligroso porque puede provocar quemaduras graves en contacto con la piel. También el ácido clorhídrico se suele utilizar, diluido al 32% o 36%.

Otros elementos que obturan los goteros son las partículas de arcilla, de limo, de arena, de plástico, etc. Y las algas, bacterias y hongos.

### **2.5.9 Instalación del Sistema de Riego**

Cada sistema de riego es único por lo tanto, no hay guía de instalación que cubra todas las situaciones. Sin embargo, hay muchos trabajos y numerosos problemas que son comunes a todas las instalaciones.

#### **Rodrigo, 1996 señalan los siguientes aspectos:**

- ✦ Materiales para la instalación. En el proyecto deberán especificarse las cantidades de cada uno de los materiales, así como sus detalles de instalación.
- ✦ Herramientas y equipo de trabajo requerido. Estas dependen de las dimensiones del proyecto, y son las siguientes: Herramientas básicas tales como palas, sierras limas, palancas, llave inglesa, destornilladores, taladros, etc.; medios de transportes, remolques, y/o carretilla para transporte de materiales y en caso necesario una retroexcavadora para abrir zanjas; grúas portátiles para levantar piezas pesadas como filtros, válvulas grandes, bombas tanques etc.
- ✦ Montajes de uniones y otras piezas especiales. Para esto es muy conveniente realizar el trabajo de montaje en el almacén central, ya que se cuenta con el mayor equipo necesario.
- ✦ Topografía y Replanteo. El topógrafo, debe replantear las tuberías principales y sub-principales, límites de las fincas, localización de los cables o tuberías subterráneas que son de utilidad.
- ✦ Zanjas. Estas se abrirán a lo largo de las tuberías principales, sub-principales, distribuidoras y regantes.
- ✦ Montajes de tuberías y accesorios. Estas se distribuyen sobre el terreno y se procede a unirlos utilizando el pegamento o lubricante adecuado, para el caso

de tuberías de PVC. En dichas tuberías se instalan tees, codos, elevadores, válvulas, etc. Según el proyecto.

- ✦ Instalación de cables eléctricos. En instalación de válvulas eléctricas o hidráulicas controladas, los cables eléctricos o los micros tubos se colocaran en el fondo de la zanja holgadamente, tratando de mantenerlos alejado de los bordes vivos de las piezas especiales y de las rocas. Estos deberán probarse antes de enterrarse. Además se debe permitir suficiente holgura en cada válvula sub-principal para hacer conexiones con las válvulas de control en campo para permitir contracciones. La siguiente tabla muestra el tipo de cable que deben usar las válvulas solenoides. El tipo de cable que deben usar las válvulas solenoides dependiendo de la presión de operación y la longitud entre los controles y las válvulas solenoides.

- ✦ Colocación de la tubería en zanjas. Las tuberías tanto principales como sub-principales deben depositarse en las zanjas cuidadosamente.

- ✦ Instalación de juntas, válvulas y elevadores. La última parte de la instalación debe completarse con la instalación de válvulas y demás piezas especiales, conectar los cables de control a las válvulas de control de campo, así como pintar las tuberías de PVC, para protegerlas de los rayos del sol y prevenir el crecimiento de algas.

- ✦ Relleno parcial de las zanjas. Después de que la tubería se ha colocado en las zanjas, se procede a hacer un relleno parcial de estas. En tiempos de calor el relleno debe de hacerse en las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde por el efecto de contracción.

- ✦ Instalación de bloques de anclaje. Estos se ponen con la finalidad de que no se produzcan fuerzas hidrostática de empujes significativos y estos generalmente se colocan en tees, codos, reductores, elevadores y válvulas.

- ✦ Instalación de tuberías laterales. Se tienden sobre el terreno las tuberías laterales (regantes), pero no se conectan a los distribuidores sin antes haberlos lavados para evitar que las laterales se contaminen de tierra, insectos, etc., conservando los extremos de las tuberías laterales tapados.

✦ Lavado, presurización y prueba de instalación. Para permitir que salga al exterior todas las impurezas, se deben de llenar las tuberías principales con sus válvulas de salida abiertas. Una vez que se han lavado las tuberías se cierran las válvulas y entonces la presión dentro de la tubería deberá llevarse hasta la presión de prueba. Si existen fugas, se debe terminar la prueba, reparar las fugas, lavar la tubería y repetir la prueba.

✦ Conexión de tuberías laterales a los distribuidores. Con las finales de las laterales abiertas, conectarse a los distribuidores. La conexión se hará más fácilmente si por esta última corre agua. Dejar que se laven laterales y después cerrar los finales de estas, llevando la presión del sistema hasta la de trabajo. Ajustar todas las presiones en los distribuidores a su valor requerido. Verificar las perdidas, cortar el funcionamiento del sistema y reparar todas las fugas en las sub-principales y líneas laterales.

✦ Prueba de funcionamiento. Una vez que se ha comprobado que todos los componentes del sistema funcionan correctamente se procede a hacer el llenado final de las zanjas.

## **2.6 SISTEMA DE RIEGO CON CINTA DE GOTEO**

Los sistemas de riego por cintillas forma parte del riego por goteo y se caracterizan porque los productos utilizado son de polietileno con espesores delgados que varían de 4 a 20 milésimas de pulgada, el cual tiene un orificio dentro y a lo largo de la cinta espaciados a intervalos regulares establecidos durante el procesos de manufactura para suministrar el agua a las plantas. La presión de operación recomendada varía de 12 psi a 15 psi dependiendo del espesor de la pared de la cinta **(Rojas y Briones, 2001)**.

## 2.7 INFORMACIÓN GENERAL Y DE CULTIVO

### 2.7.1 calabacita

**Nombre científico:** Cucúrbita spp. **Familia:** Cucurbitácea Ing. Squash.

Es una de las hortalizas más importantes en México por la superficie sembrada y por su alta redituabilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra. Se consume en estado tierno, se le encuentra en todo el año en los mercados.

**Cuadro 2.1. “VALOR NUTRICIONAL DE LA CALABACITA”**

Composición química/100 g		
Agua	94.0	g
Calcio	20.0	mg
Fierro	0.5	mg
Fósforo	35.0	mg
Potasio	195.0	mg
Sodio	2.0	mg
Carbohidratos	44.0	g
Fibra	0.6	g
Grasa	0.2	g
Proteínas	1.2	g
Acido ascórbico	14.8	mg
Vitamina A	196.0	UI
Energía	20.0	Kcal

### **2.7.2 Origen**

La calabacita es considerada originaria de México y de América Central, de donde fue distribuida a América del Norte y del Sur. Sus orígenes se remontan al año 7000 A.C.

### **2.7.3 Características**

Es una planta herbácea, anual, monoica (flores con masculinas y femeninas separadas), erecta y después rastrera.

Los tallos son erectos en sus primeras etapas de desarrollo (hasta antes del tercer corte de frutos) y después se tornan rastreros; son angulares (cinco bordes o filos), cubiertos de vellos.

Las hojas se sostienen por medio de pecíolos (tallos de las hojas) largos y huecos.

Las flores masculinas siempre aparecen primero; tienen un pedúnculo ("tallo") muy largo y delgado, a diferencia de las femeninas, que lo tienen corto. Los pétalos de ambas flores son de color amarillo anaranjado.

El fruto se consume todavía inmaduro, y por lo general es de color verde claro, aunque existen cultivares para consumo fresco de color verde oscuro que alcanzan una longitud de 12-15 cm.

### **2.7.4 Clima**

Hortaliza de clima cálido no tolera heladas. La temperatura para la germinación debe ser mayor de 15°C, siendo el rango óptimo de 22 a 25°C; la temperatura para su desarrollo tiene un rango de 18 a 35°C. Con temperaturas frescas y días cortos hay mayor formación de flores femeninas.

### 2.7.5 Suelo y fertilización

La calabacita prospera en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los profundos y ricos en materia orgánica. Catalogada como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, siendo su pH 6.8 a 5.5; en lo que se refiere a la salinidad, se reporta como medianamente tolerante.

En lo referente a la fertilización comercial se reportan las siguientes necesidades: Nitrógeno (N). En la plantación debe recibir 35-70 Kg/ha aplicados en banda, se coloca unos centímetros de lado y abajo del sitio donde se colocará la semilla. Cuando se desarrollen las guías, se fertilizará a los lados de los surcos con dosis de 70 Kg/ha hasta completar 115-160 Kg/ha. Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). 135-200 Kg/ha colocados en bandas gemelas a 15 cm debajo de la semilla durante la época de plantación. Potasio (K<sub>2</sub>O). 110-220 Kg/ha al voleo e incorporado al suelo antes del rayado de camas.

### 2.7.6 Siembra

Se utiliza solo siembra directa. En la actualidad se utiliza también el trasplante con mucha efectividad en prendimiento en campo, siempre y cuando se utilicen charolas de plástico o poliestireno de 72 a 128 cavidades debido a su amplio sistema de raíces.

Se trasplanta cuando las plántulas tienen de dos a tres hojas verdaderas. En calabacita se obtienen poblaciones de 10,000 a 14,000 plantas por hectárea.

Densidad de siembra: 4 a 6 Kg/ha Distancia entre surcos: 92 a 100 cm Distancia entre plantas: 45 a 100 cm a hilera sencilla.

### 2.7.7 Plagas y enfermedades

**Cuadro 2.2. "PLAGAS Y ENFERMEDADES"**

<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
Pulga saltona	Epitrix cucumerix
Diabrotica	Diabrotica spp

Chicharrita	Empoasca spp
Mosquita blanca	Bemisia tabaci G.
Pulgón	Aphis gossypii
Pulgón	Myzus persicae S.
Minador	Liriomyza sativae B.
Gusano barrenador	Diaphania nitidalis S.
Gusano falso medidor	Trichoplusia ni H.
<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
Cenicilla polvorienta	Eryshiphe cichoracearum DC.
Cenicilla vellosa	Psedoperonospora cubensis B.
Mosaico del pepino	(VMP) cultivares resistentes
Mosaico de la sandía	(VMS)
Mancha angular del tabaco	(VMAT)

### 2.7.8 Cosecha

Para el corte se considera el número de días que se aproxima a la cosecha o al primer corte, que va de 45 a 55 días, llegando a realizarse hasta 20 cortes. Otro aspecto que se toma como referencia es el tamaño del fruto, que puede variar de 12 a 15 cm. Otro indicador podría ser cuando la flor este deshidratada o muestre un color café.

## 2.8 ACOLCHADO PLÁSTICO

### 2.8.1 Ventajas del uso de acolchado

a) **Incrementa la temperatura del suelo:** a una profundidad de 5cm se incrementa la temperatura aproximadamente 3 °C con acolchado negro y de 6 °C con acolchado claro.

b) **Reduce la compactación del suelo permaneciendo el suelo suelto y bien aireado:** Por lo tanto, las raíces tienen mayor cantidad de oxígeno disponible y la actividad microbiana se incrementa mejorando la estructura del suelo e incrementando la disponibilidad de los nutrientes.



c) **Reduce la lixiviación de fertilizantes:** debido a que el agua de la lluvia escurre por el acolchado y entre las camas. El fertilizante se coloca en las camas, por lo tanto, el fertilizante no se lixivia y es aprovechado por el cultivo.

d) **Reduce el ahogamiento de la planta por exceso del agua:** esto debido a que el agua de la lluvia escurre por el acolchado hacia la parte inferior de los surcos.

e) **Reduce la evaporación del agua:** normalmente hay un crecimiento de hasta el doble de la planta. Debido al mayor crecimiento, la planta requiere de mayor cantidad de agua, por lo que el acolchado no sustituye el riego de hecho en ocasiones se requiere mayor cantidad de agua.

f) **Se obtienen productos más limpios:** con el acolchado se reduce la pudrición de frutos causados el contacto con el suelo húmedo o gotas que salpican suelo al caer la lluvia. Para evitar este daño con el uso de acolchados, las camas deben ser altas (15 a 30cm).

g) **No se requiere cultivar:** por lo tanto, no hay daño mecánico con los aperos utilizados. Además, no hay poda de raíces. Estos daños o poda son muy peligrosos debido a que son fuente de infección de insectos o enfermedades.

h) **Reduce la presencia de malezas:** en el caso del acolchado negro provee un buen control de malezas. El acolchado claro requiere del uso de herbicidas o fumigación debido a deja pasar la luz visible, necesarios para la fotosíntesis de las malezas. Su principal uso es para elevar la temperatura de suelo. Es común utilizar acolchado de color negro por la parte inferior para el control de malezas y refractivo en la parte superior para optimizar la fotosíntesis en las plantas.

i) **Precocidad:** con el uso de acolchado negro se puede adelantar la cosecha entre 2 y 14 días y en el caso de acolchado claro puede ser de hasta 21 día de precocidad en la cosecha.

j) **Incremento en concentraciones de CO<sub>2</sub>:** El acolchado no permite el paso del CO<sub>2</sub> por lo tanto, el CO<sub>2</sub> producido por la respiración de las raíces se concentra y salen por la perforación por debajo de las plantas ayudando a la parte aérea de las plantas. Este efecto se le denomina efecto chimenea.

## 2.8.2 Desventajas del uso de acolchado

a) **La remoción del acolchado es costosa:** este debe removerse anualmente y esto es costoso. Además, es un problema ecológico, sin embargo, con el uso de acolchado biodegradable deberá solucionar esto con el tiempo, pero por el momento no es redituable.

b) **Costo elevado:** El costo de producción se eleva con el uso de acolchado. Sin embargo, al evaluar la utilidad por sus beneficios, normalmente se justifica.

c) **Propiedades del acolchado:** deberá conocerse bien las propiedades del acolchado para su correcta colocación. Es decir, la temperatura deberá ser de aproximadamente de 18 a 30 °C para evitar que quede muy flojo al incrementar la temperatura se puede desenterrar al contraerse al bajar la temperatura por las noches o días fríos.

d) **Incrementa la erosión del suelo:** debido a que la precipitación se concentra entre las camas incrementa la velocidad ocasionando la erosión del suelo.

e) **Competencia:** existe mayor competencia entre las plántulas y malezas que se desarrollan entre las perforaciones.

f) **Cultivos:** hay cultivos que debido a su alta densidad de siembra no es práctico el uso de acolchados. Por ejemplo; ajo, cebolla, nabos, betabel, cilantro, zanahoria por citar algunos.

## 2.8.3 Características de acolchados

Las medidas comunes del acolchado son de entre 1.2 a 1.5m de ancho y de 1.25 a 1.50 milésimas de pulgada de grosor, con rollos de 730m de longitud. Las perforaciones normalmente son entre 5 y 10cm de diámetro; a una distancia normalmente entre 30 a 50cm que pueden ser a doble hilera o hilera sencilla. Cuando son a doble hilera se colocan las perforaciones en tresbolillo. En el caso de cultivos a una hilera, tales como tomates, melones y sandias la cintilla deberá colocarse aproximadamente a 10cm de la perforación con el emisor hacia arriba. Algunos productores entierran la cintilla ligeramente, es decir, de 2.5 a 5.0 cm de

profundidad. En el caso de cultivos a doble hilera como es el caso de la berenjena, chiles, brócoli, coliflor, etc. La cintilla se coloca en el centro de las dos perforaciones.

#### 2.8.4 Tipos de acolchados

Es muy variado el tipo de acolchado en el mercado actual, a continuación se describen algunos de los tipos de acolchados:

a) **Acolchado reflectivo:** Este posee color aluminio en la parte superior reduciendo el ataque de ácidos que transmiten virus. Además, eficientiza la difusión de la luz provocando que las porciones inferiores de las hojas también realicen la fotosíntesis.

b) **Acolchados color blanco:** Este color tiene poco efecto en la temperatura. Además, eficientiza la difusión de la luz provocando que las porciones inferiores de las hojas también realicen la fotosíntesis.

c) **Acolchado IRT (Transmisor de infrarrojos):** Transmite solo los rayos infrarrojos para el incremento de la temperatura en el suelo, pero no la luz visible que es la que utilizan las plantas para realizar la fotosíntesis. Por lo tanto, no hay desarrollo de malezas, pero eleva la temperatura del suelo.

d) **Acolchado con cara inferior negra:** Utilizado para el control de malezas.

e) **Combinación de colores:** Normalmente la cara inferior es color negro para el control de malezas y la cara superior puede ser de color gris, blanco, aluminio, etc. Para acumular calor, control de insectos, captación de luz, etc.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DEL EXPERIMENTO

##### 3.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el jardín hidráulico de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), el cual se encuentra al sureste de la ciudad de Saltillo Coahuila, sus coordenadas geográficas son: 25° 22' de Latitud Norte y 101° 01' Longitud Oeste con una altitud promedio de 1,742 msnm.

##### 3.2. CROQUIS DEL ÁREA DEL EXPERIMENTO

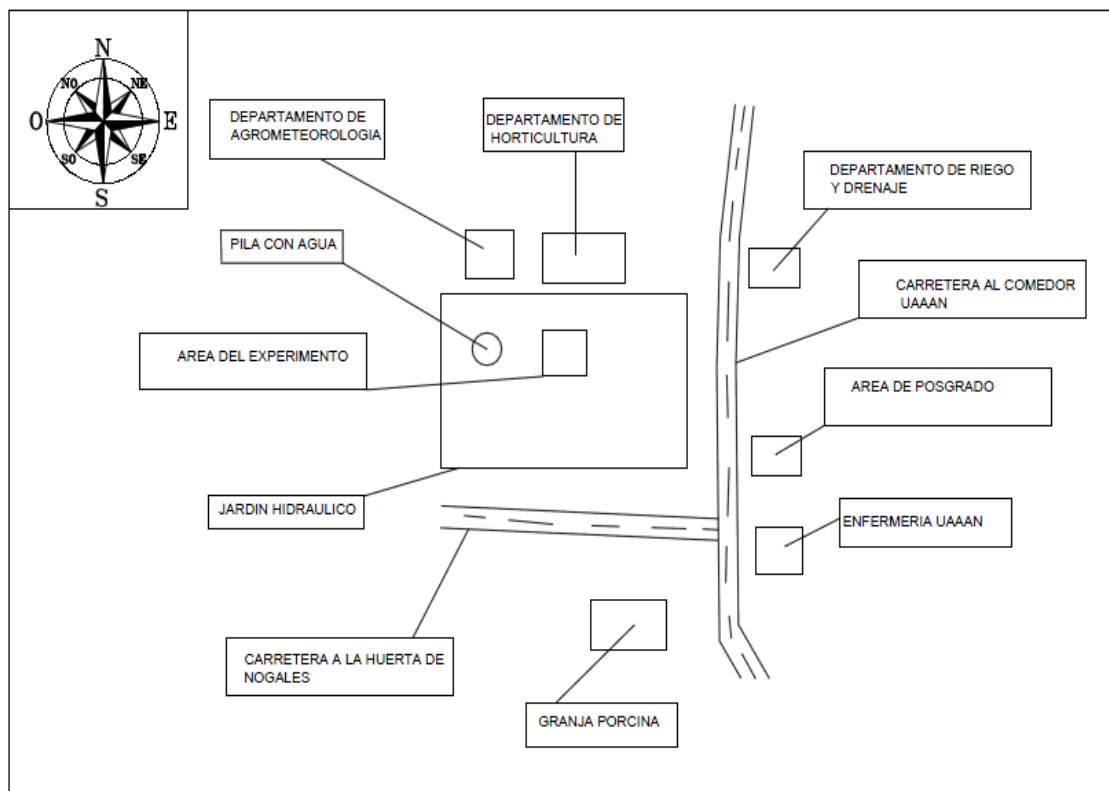


Figura 3.1 Área del experimento

### 3.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

De acuerdo a la clasificación de climática de Koppen y modificada por García (1964) adaptada a la república mexicana, el clima de saltillo Coahuila, se define bajo la siguiente fórmula climática: **BsoK (X') (e)**.

**Donde:**

Bso= Es el clima más seco de los BS.

K= Templado con verano cálido, siendo la temperatura media anual de 12 °C y 18 °C, y la temperatura media del mes más caluroso de 18 °C.

(X')= Régimen de lluvias intermedias entre verano e invierno.

(e')= Extremoso con oscilaciones entre 7 y 14 °C.

La evaporación promedio mensual de 178 mm. Siendo los meses de mayo y junio los de mayor intensidad con 236 y 234 mm. La precipitación media anual es de 365mm y los meses más lluviosos son los comprendidos entre julio y septiembre, de los cuales el más lluvioso es el mes de julio.

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental tipo análisis de varianza anidado con dos factores (2\*2) en un solo bloque con 5 repeticiones. Teniendo un total de 20 unidades experimentales, cada unidad con cinco líneas de cultivo.

**Tratamiento A:** manguera de goteo RAM de NETAFIN con acolchado.

**Tratamiento B:** manguera de goteo RAM de NETAFIN sin acolchado.

**Tratamiento C:** cinta AQUATRAXX con acolchado.

**Tratamiento D:** cinta AQUATRAXX sin acolchado.

### 3.5 VARIABLES OBSERVADAS

Los datos de este experimento fueron medidos manualmente en periodo de cada 5 días, se registraron en cuadros para su análisis estadístico y de esta manera se obtuvo la comparación de medidas en crecimiento, para cada una de las variables siguientes: altura de la planta, ancho de hoja, número de hojas y número frutos.

En el rendimiento del fruto por corte fueron analizados en un periodo de cada 3 días para cada una de las variables siguientes: peso del fruto y tamaño de fruto.

También se realizaron aforos de goteo, presión de las mangueras, ancho del bulbo húmedo, profundidad del mojado y datos climatológicos.

### 3.6 MÉTODO DE MEDICIÓN

Para la medición de las variables se escogieron 5 plantas al azar de cada repetición y se marcaron para seguir observando el transcurso de su crecimiento. La medición se realizó con una regla métrica graduada en 30 cm, para cada planta se midieron altura de la planta, número de hojas, tamaño de la hoja. **Después de 46 días de siembra se comenzó a tomar datos sobre número de frutos, tamaño de fruto y peso total del fruto.**

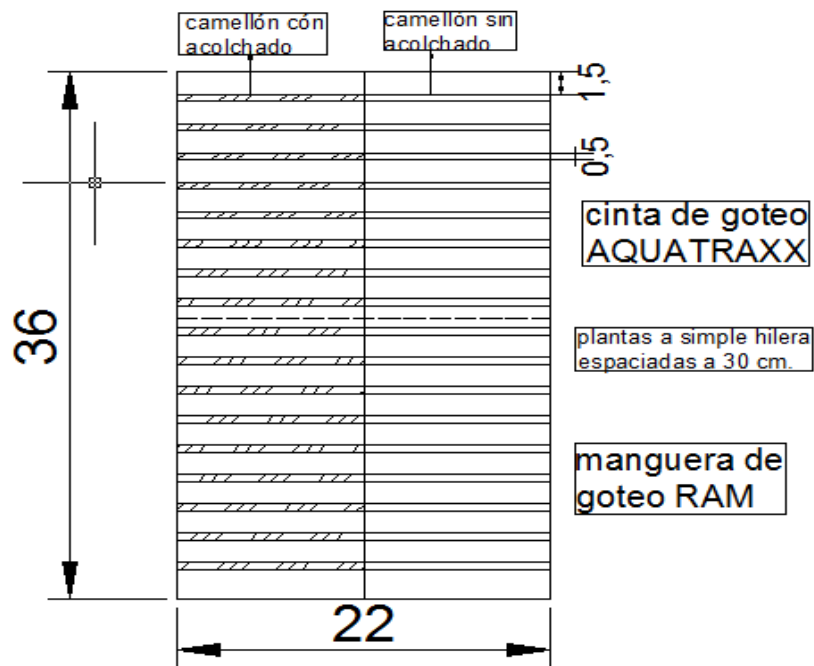
### 3.7 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Este proyecto se realizó a campo abierto en un área de 792 m<sup>2</sup> el terreno de establecimiento es de forma rectangular de 36 m de largo y 22 m de ancho. El diseño del experimento estuvo conformado de 17 camellones con 1.5m de distancia entre camas y 30 cm de distancia entre plantas, cada cama cubierta con acolchado plástico bicapa con 50 cm de ancho y 11 m de largo, bajo sistema de riego por goteo. El sistema de riego estuvo dividido en 2 secciones, donde la primera sección estuvo conformada por manguera de goteo RAM, con acolchado y sin acolchado, la segunda sección por cinta de goteo AQUATRAXX, con acolchado y sin acolchado.

### 3.8 FUENTE DE ABASTECIMIENTO

La fuente de abastecimiento que se utilizara para el riego será de la cisterna que se encuentra en el jardín hidráulico localizado en la universidad.

### 3.9 DISEÑO DEL EXPERIMENTO



**Figura 3.2.** Diseño del experimento con manguera RAM y cinta AQUATRAXX

### 3.10 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Para la instalación del sistema de riego se utilizaron 80 m de tubo de fierro de 1" para la conducción y para las líneas de distribución se instalaron 22 m de mangueras polietileno de 1 pulgada, para la filtración se utilizo un filtro ARKAL de 1 pulgada de anillas color negro con 200 mesh, una válvula de aire de 1 pulgada, para las líneas regantes de utilizaron 396 m de cinta de goteo AQUATRAX calibre 10 con separación entre goteros de 30 cm de 5/8 de diámetro y 396 m de manguera de goteo RAM con 50 cm de separación entre goteros de 16 mm de diámetro, para la conexión de las cintas de goteo con la manguera se instalaron

gomas e iniciales de 16 mm, cuatro adaptadores macho de ½" y cuatro tapones roscados, en el sistema de riego se hicieron dos secciones con dos válvulas esferas de 1". Para el equipo de bombeo se instalo una bomba centrifuga de 1 ½" hp marca Franklin con 1 litro/segundo de descarga.

### **3.11 FRECUENCIA DE RIEGO**

De manera que las semillas tuviera la suficiente humedad para su germinación se aplico un riego antes de la siembra durante 18 horas para saturar el terreno con la suficiente humedad para la germinación, esta actividad se realizo el 21 de abril del 2010. La frecuencia de riego durante los primeros días de siembra fue de 2 horas diarias, una vez germinado las semillas se aplicaba 1 hora de riego por día. Fue necesario, durante la primera semana; regar por aspersion las camas sin acolchados para suministrar humedad para la germinación de las semillas depositadas en el suelo desnudo para dar oportunidad a que las raíces de las plántulas se desarrollaran y alcanzaran la humedad de los bulbos.

### **3.12 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL VEGETATIVO**

Se escogió el material vegetativo (variedad, hibrido o línea) más adecuado de acuerdo a su germinación y desarrollo de las condiciones climatológicas para la región, el cultivar de calabacita que se utilizo fue el hibrido "Terminator" de la compañía Seminis, con un 90% de germinación en toda el área de siembra.

### **3.13 PREPARACIÓN DEL TERRENO**

Consistió en desmonte del terreno, el surcado se realizó de 1.50 m de ancho y 22 m de largo, posteriormente se realizo el trazado de las parcelas chicas para preparación de terreno y trazado del experimento, en todo ello se utilizaron herramientas manuales como: machete, azadón, talache, pala y rastrillo. Todo este proceso se realizo del 12 al 17 de abril del 2010.



### **3.14 ZANJEADO PARA EL GOTEO SUBSUPERFICIAL Y CONSTRUCCIÓN DE CAMELONES**

Las mangueras de goteo RAM y las cintas de goteo AQUATRAXX se instalaron en zanjas de 40 cm de profundidad previamente al centro de los camellones. Después de haber instalado las laterales de goteo se prosiguió a la construcción de los camellones, en total se construyeron 17 camellones de 22m de longitud y 0.5 m de ancho a 1.50m de separación.



**Figura 3.3.** Construcción de camellones

### **3.15 ACOLCHADO DEL TERRENO**

Para esta actividad se utilizó un tipo de acolchado plástico (bicapa) calibre 25, para iniciar el proceso se extendió el rollo de plástico manualmente sobre los camellones, cubriendo los extremos con tierra para evitar que la delgada película plástica se levantara por efectos del aire, a cada 11 metros del surco se cortó el rollo de acolchado y los 11 metros faltantes iban a ser sin acolchado. Posteriormente se perforó con un tubo hueco de fierro de 2 pulgadas a cada 30 cm.



**Figura 3.4.** Acomodo del acolchado

### **3.16 SIEMBRA**

La siembra se realizo directamente al suelo, depositando una semilla a cada perforación del acolchado a una profundidad de 4 cm, cuidando que la semillas tuviera la suficiente humedad y aireación para su germinación, se llevo a cabo el 22 de abril del 2010. Se estableció una hilera de plantas por camellón con espaciamiento de 30 cm entre plantas y 150 cm entre hileras.

### **3.17 GERMINACIÓN**

Las semillas germinaron a los 10 días de la siembra con 85% de germinación de los cuales la mayor cantidad fue donde tenía acolchado.



**Figura 3.5.** Germinación de la planta

### 3.18 DESHIERBES

Los deshierbes que se realizaron en el ciclo, se hicieron en las partes de las perforaciones del acolchado plástico, con el fin de evitar la competencia de nutrientes, la manifestación de plagas y enfermedades a las plantas, que pudieran servir de hospederos y también se hizo el deshierbe en los camellones sin acolchados para evitar las malezas.



**Figura 3.6.** Realizando el deshierbe

### 3.19 FERTIRRIGACIÓN DEL CULTIVO

Para la fertilización del cultivo se aplicó fertilizante fosfato mono amónico (map) mezclado con nitrato de potasio 13-02-44 de “Hayfa”, se preparó la solución madre con 2.5 kg de fertilizante en 5 litros de agua (se mezcló el agua con el fertilizante) de esta manera se logró una mezcla homogénea que nos facilitó la aplicación, para el proceso de inyección se utilizó un método ingeniado en el campo; para ello primero lavamos el filtro para evitar taponamiento de goteros, una vez colocada el filtro, desde la bomba se vació la columna de agua en las tuberías principal y con un recipiente se introdujo la solución en la válvula de aire para posteriormente pasar a la tubería de conducción, compensado así la columna de agua vaciada, una vez introducida la solución se abrieron todas las válvulas en cada sección del

proyecto y se prendió la bomba. Para cada aplicación fue necesario realizar el mismo proceso.

Se complemento la fertirrigación inyectando 250 cm<sup>3</sup> de ácido muriático y 50 cm<sup>3</sup> de insecticida para jardín. El acido para ajuste del pH del agua de riego y controlar el taponamiento de los emisores, y el insecticida para combatir plagas del suelo.



**Figura 3.7.** Tipos de fertilizantes utilizados en la calabacita

También se aplico fertilizante foliar (ferti plus + y ferti humus L). El método de fertilización fue totalmente significativo en el crecimiento de las plantas, las fechas de aplicación están indicadas en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1.** Fechas de aplicación de fertilizantes

No de aplicación	Fecha de aplicación
1 <sup>a</sup>	13 de mayo de 2010
2 <sup>a</sup>	21 de mayo de 2010
3 <sup>a</sup>	27 de mayo de 2010



### 3.20 AFORO DE GOTEROS MANGUERA RAM

**Cuadro 3.2.** Número de aforos de la manguera RAM

NÚMERO DE AFOROS	FECHAS DE MUESTREO			
	20 de abril	17 de mayo	31 de mayo	11 de junio
1	174ml	210ml	210ml	205ml
2	165ml	215ml	225ml	193ml
3	174ml	216ml	185ml	206ml
4	167ml	180ml	193ml	213ml

Los aforos se hicieron con un tiempo de 5 minutos.

La presión de operación fue de 21 lb/pul<sup>2</sup>.

### 3.21 AFORO DE CINTA DE GOTEO AQUATRAXX

**Cuadro 3.3.** Número de aforos de la cinta AQUATRAXX

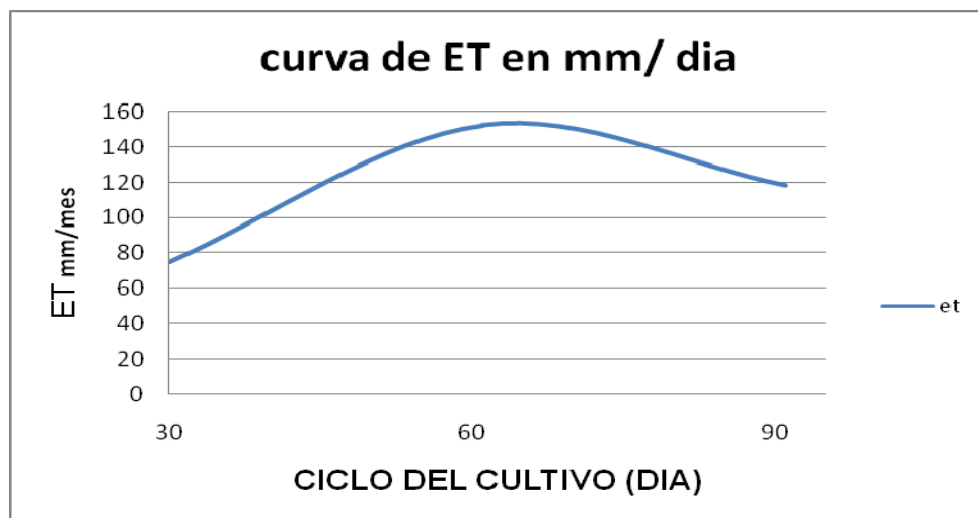
NÚMERO DE AFOROS	FECHAS DE MUESTREO	
	31 de mayo	11 de junio
1	145ml	144ml
2	150ml	150ml

Los aforos se hicieron con un tiempo de 5 minutos.

### 3.22 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA CALABACITA CON EL METODO DE BLANEY CRIDDLE

**Cuadro 3.4.** Evapotranspiración de la calabacita

MESES	Tempe °C	Tempe °F	P	Kc	ET mm/mes
ABRIL	18.8	65.84	8.619	0.52	74.9520
MAYO	21.8	71.24	9.347	0.9	152.2202
JUNIO	22.3	72.14	9.252	0.7	118.6707



**Figura 3.8.** Curva de la evapotranspiración de la calabacita

Los consumos de agua para evapotranspiración de la calabacita se estimaron en el orden de: 75, 152, 119 mm/mes para los meses de abril, mayo y junio respectivamente. Este consumo de agua se reduce de un 30 a 35% por efecto de acolchado plástico del suelo.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

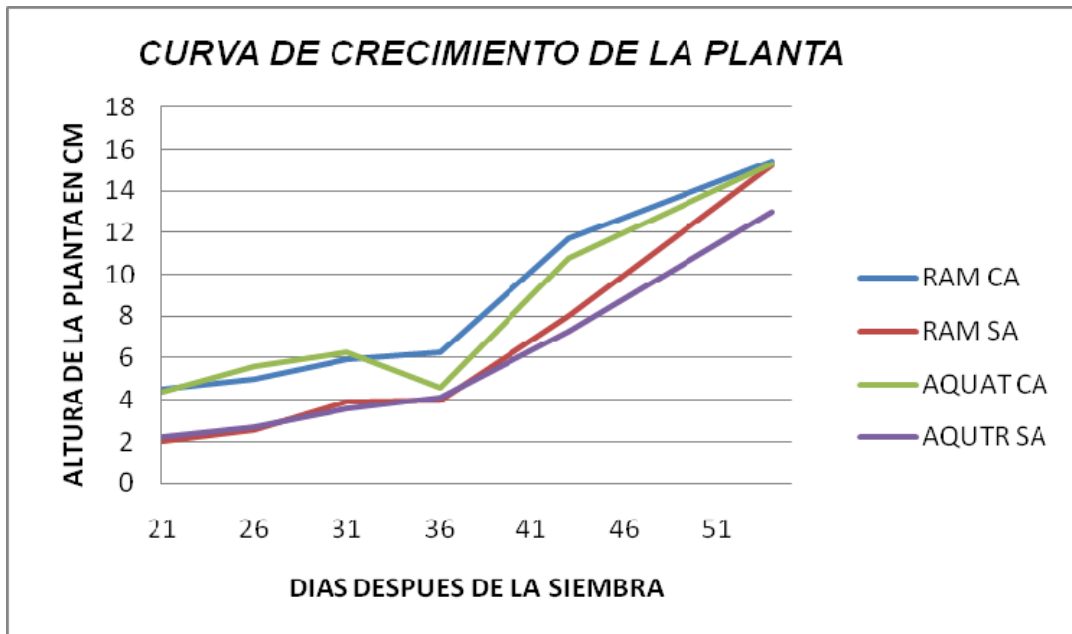
A continuación se presentan los resultados obtenidos para las diferentes variables evaluadas, así como su discusión respectiva.

##### 4.1 ALTURA DE LA PLANTA

En el cuadro 4.1; se presentan el promedio de los resultados en cada una de las fechas de observación de los 4 tratamientos. En este cuadro se puede observar que el tratamiento A, y el tratamiento C no tuvieron mucha diferencia con respecto a la altura de la planta mostrada en cada una de las fechas observadas; el tratamiento B y el tratamiento D tampoco hubo mayor diferencia; pero el tratamiento A y C tuvieron mayor diferencia con respecto al tratamiento B y D durante las fechas de observación.

**Cuadro 4.1.** Altura de la planta observada durante el ciclo en los tratamientos

<b>Variable: ALTURA DE LA PLANTA</b>					
		<b>Tratamiento A</b>	<b>Tratamiento B</b>	<b>Tratamiento C</b>	<b>Tratamiento D</b>
		<b>Manguera de goteo RAM con acolchado</b>	<b>Manguera de goteo RAM sin acolchado</b>	<b>Cinta AQUATRAXX con acolchado</b>	<b>Cinta AQUATRAXX sin acolchado</b>
<b>Fecha de observación</b>	<b>Días después de la siembra</b>	<b>promedio</b>	<b>promedio</b>	<b>promedio</b>	<b>promedio</b>
13 de mayo	21	4.5cm	2.0cm	4.4cm	2.2cm
18 de mayo	26	5.0cm	2.6cm	5.8cm	2.7cm
23 de mayo	31	5.9cm	3.4cm	6.3cm	3.6cm
28 de mayo	36	6.3cm	4.0cm	6.6cm	4.1cm
4 de junio	43	11.7cm	8.0cm	10.8cm	7.3cm
15 de junio	54	15.4cm	15.2cm	15.3cm	13cm



**Figura 4.1.** Curva de tendencia de altura de la planta

En esta figura se pueden apreciar las curvas de crecimiento de las plantas de los cuatro tratamientos y se puede observar que la manguera de goteo RAM con acolchado estuvo por encima de los tres tratamientos anteriores y luego le siguió la cinta AQUATRAXX con acolchado por encima de la manguera RAM sin acolchado y AQUATRAXX sin acolchado.

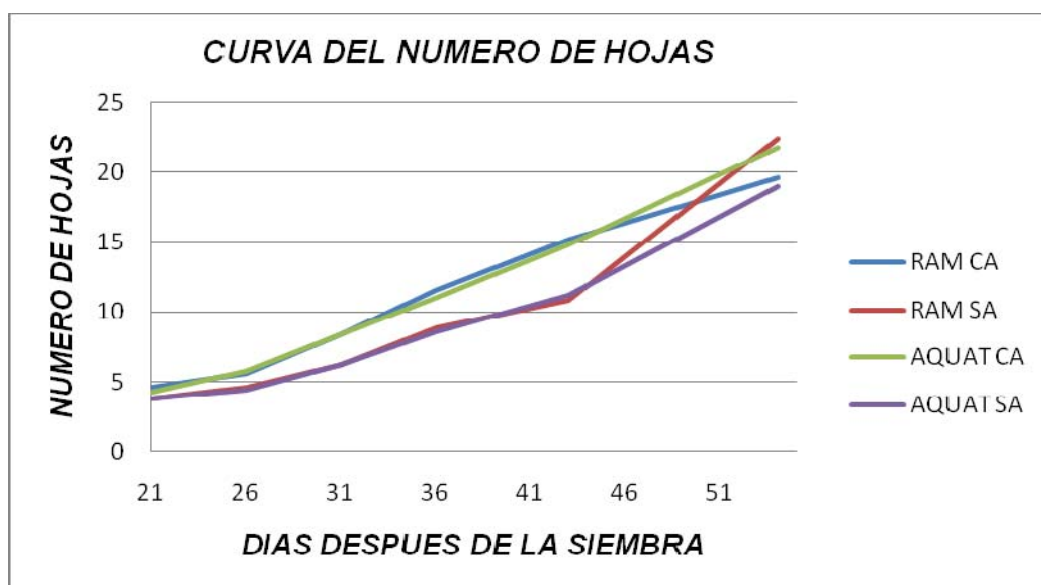
#### 4.2 NÚMERO DE HOJAS

En el cuadro 4.2; se presentan el promedio de los resultados en cada una de las fechas de observación de los 4 tratamientos. En este cuadro podemos observar que el tratamiento A y el tratamiento C no tuvieron diferencia en cuanto al número de hojas durante las fechas de observación; el tratamiento B y el tratamiento D tampoco tuvieron diferencia con respecto al número de hojas; pero el tratamiento A y C si tuvieron diferencia con respecto al tratamiento B y D como se puede ver en el cuadro.



**Cuadro 4.2.** Número de hojas observada durante el ciclo en los tratamientos

Variable: NÚMERO DE HOJAS					
		Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
		Manguera de goteo RAM con acolchado	Manguera de goteo RAM sin acolchado	Cinta AQUATRAXX con acolchado	Cinta AQUATRAXX sin acolchado
Fecha de observación	Días después de la siembra	promedio	promedio	promedio	promedio
13 de mayo	21	4.6	3.8	4.2	3.8
18 de mayo	26	5.6	4.6	5.8	4.4
23 de mayo	31	8.4	6.2	8.4	6.2
28 de mayo	36	11.6	8.8	11.0	8.6
4 de junio	43	15.2	10.8	14.8	11.2
15 de junio	54	19.5	22.4	21.8	19.0



**Figura 4.2.** Curva de tendencia de número de hojas por planta

En esta figura se puede observar que en las primeras fechas de muestreo RAM con acolchado y AQUATRAXX con acolchado no tenían diferencia, tanto RAM sin acolchado y AQUATRAXX sin acolchado avía diferencia, pero en las últimas fechas RAM sin acolchado y AQUATRAXX con acolchado aumentaron en cuanto al número de hojas.

### 4.3 TAMAÑO DE LA HOJA

En el cuadro 4.3; se presentan el promedio de los resultados en cada una de las fechas de observación de los 4 tratamientos. El tratamiento A y el tratamiento C no mostraron mucha diferencia; el tratamiento B mostro diferencia contra el tratamiento D; pero el tratamiento A y C mostraron muchas diferencia contra el tratamiento B y D mostradas durante las fechas de observación.

**Cuadro 4.3.** Tamaño de la hoja observada durante el ciclo en los tratamientos

<b>Variable: TAMAÑO DE LA HOJA</b>				
	<b>Tratamiento A</b>	<b>Tratamiento B</b>	<b>Tratamiento C</b>	<b>Tratamiento D</b>
	<b>Manguera de goteo RAM con acolchado</b>	<b>Manguera de goteo RAM sin acolchado</b>	<b>Cinta AQUATRAXX con acolchado</b>	<b>Cinta AQUATRAXX sin acolchado</b>
<b>Fecha de observación</b>	<b>promedio</b>	<b>promedio</b>	<b>promedio</b>	<b>promedio</b>
<b>13 de mayo</b>	Largo= 6.3cm Ancho=9.7cm	Largo=5.1cm Ancho=6.4cm	Largo=8.9cm Ancho=9cm	Largo=6cm Ancho=6.6cm
<b>18 de mayo</b>	Largo=13cm Ancho=12.9cm	Largo=9.7cm Ancho=9.3cm	Largo=13.3cm Ancho=13.4cm	Largo=7.8cm Ancho=8.1cm
<b>23 de mayo</b>	Largo=21.3cm Ancho=20.7cm	Largo=15.2cm Ancho=14.8cm	Largo=21.8cm Ancho=20.7cm	Largo=13.2cm Ancho=12.9cm
<b>28 de mayo</b>	Largo=25cm Ancho=24.6cm	Largo=21.8cm Ancho=29.6cm	Largo=27.4cm Ancho=24.8cm	Largo=20.8cm Ancho=19.2cm

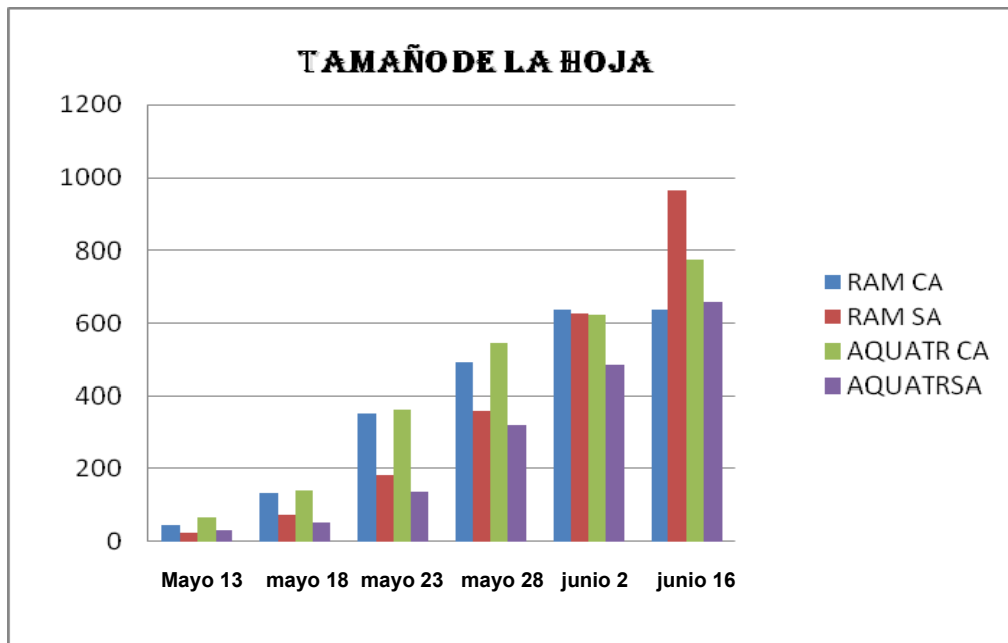
4 de junio	Largo=30cm	Largo=29cm	Largo=29.8cm	Largo=25.6cm
	Ancho=26.6cm	Ancho=27cm	Ancho=26.2cm	Ancho=23.8cm
15 de junio	Largo=30.5cm	Largo=37cm	Largo=33.2cm	Largo=30.4cm
	Ancho=26.2cm	Ancho=32.6cm	Ancho=29.2cm	Ancho=27.2cm

Para calcular el área total de la hoja se utiliza la siguiente formula.

$$\text{AREA TOTAL} = (B \cdot H) / 2$$

**Cuadro 4.4.** Área de la hoja

Variable: NUMERO DE HOJAS				
	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
	Manguera de goteo RAM con acolchado	Manguera de goteo RAM sin acolchado	Cinta AQUATRAXX con acolchado	Cinta AQUATRAXX sin acolchado
Fecha de observación	Promedio en cm <sup>2</sup>	Promedio en cm <sup>2</sup>	Promedio en cm <sup>2</sup>	Promedio en cm <sup>2</sup>
13 de mayo	AREA=48.88	ARAE=26.11	AREA=64.08	AREA=31.68
18 de mayo	AREA=134.16	ARAE=72.16	AREA=142.57	AREA=50.54
23 de mayo	AREA=352.72	AREA=179.968	AREA=361.0	AREA=136.22
28 de mayo	AREA=492	AREA=359.26	AREA=543.61	AREA=319.48
4 de junio	AREA =638.4	AREA=626.4	AREA=624.60	AREA=487.42
15 de junio	ARAE=639.28	AREA=964.96	AREA=775.55	AREA=661.50



**Figura 4.3.** Tamaño de la hoja

En esta grafica podemos observar que en las cuatro primeras fechas de observación se mantenían igual en cuanto al tamaño de hojas en los tratamientos RAM con acolchado y Aquatraxx con acolchado; también RAM sin acolchado con Aquatraxx sin acolchado. En la penúltima fecha se puede observar que el tratamiento RAM sin acolchado alcanzo a los tratamientos RAM con acolchado y Aquatraxx con acolchado, en la última fecha el tratamiento RAM sin acolchado obtuvo el mayor crecimiento en cuanto al tamaño de hojas por encima de los tratamientos ya mencionados.

#### 4.4 PESO DEL FRUTO EN GRAMOS/PLANTA (PRIMER CORTE)

**Cuadro 4.5.** Peso del fruto primer corte

NUMERO DE PLANTA	MANGUERA RAM		CINTA AQUATRAXX		
	RAM con acolchado.	RAM sin acolchado.	Aquatraxx con acolchado.	Aquatraxx sin acolchado	
Planta1	880 gr	286.5 gr	1001.6 gr	134.2 gr	
Planta2	743.7 gr	363.1 gr	769.9 gr	99.4 gr	
Planta3	763.1gr	250.1 gr	533.5 gr	148.4 gr	
Planta4	897.9 gr	268.6 gr	923.3 gr	0	
Planta5	738.7 gr	0	516.6 gr	0	
$\sum X_{ij}$	4023.4 gr	1168.3 gr	3744.9 gr	382 gr	$\sum T=9318.6$
Promedio	804.68 gr	233.6 gr	748.98 gr	76.4 gr	
$(\sum X_{ij}^2)/N$	3237549.51	272984.978	2804855.20	29184.8	$\sum T=6344574.49$
$(\sum \sum X_{ij})/10$	2695374.88		1703130.361		$\sum T=4398505.25$
$\sum \sum \sum X_{ij}$	6660175.06				

## PROCEDIMIENTO:

$$\text{Factor de corrección}(C) = (X_{ij})^2/N = (9318.6)^2/20 = \underline{\underline{4341815.298}}$$

$$\begin{aligned} \sum \sum \sum X_{ij} = & (880)^2 + (743.7)^2 + (763.1)^2 + (897.9)^2 + (738.7)^2 + (286.5)^2 + (363.1)^2 + (250.1)^2 \\ & + (268.6)^2 + (1001.6)^2 + (769.9)^2 + (533.5)^2 + (923.3)^2 + (516.6)^2 + (134.2)^2 + (99.4)^2 + (148)^2 \\ = & \underline{\underline{6660175.06}} \end{aligned}$$

$$\text{SS Total} = \sum \sum \sum X_{ij} - C = 6660175.06 - 4341815.298 = \underline{\underline{2318359.762}}$$

$$\text{SS entre todos los grupos} = ((\sum X_{ij})^2/N - C = 6344574.49 - 4341815.29 = \underline{\underline{2002759.194}}$$

$$\text{SS Error} = \text{SS Total} - \text{SS entre todos los grupos} = 2318359.762 - 2002759.194 = \underline{\underline{315600.568}}$$

$$\text{SS Grupos (entre manguera de goteo)} = (\sum \sum X_{ij})^2 - C = 4398505.25 - 4341815.298 = \underline{\underline{56689.952}}$$

$$\text{SS entre subgrupos (acolchado)} = \text{SS de todos los grupos} - \text{SS grupos} = 2002759.194 - 56689.952 = \underline{\underline{1946069.242}}$$

**Cuadro 4.6.** Análisis de varianza.

<b>Análisis de varianza diseño factorial con dos factores (k=2, p=2) en un solo bloque con 5 repeticiones anidadas</b>				
<b>Fuente de variación</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2318359.762</b>	<b>19</b>		
<b>Entre todos los grupos</b>	<b>2002759.194</b>	<b>3</b>	<b>667586.398</b>	<b>33.84</b>
<b>Grupos</b>	<b>56689.952</b>	<b>1</b>	<b>56689.952</b>	<b>0.05 *</b>
<b>Subgrupos</b>	<b>1946069.242</b>	<b>2</b>	<b>973034.621</b>	<b>49.32**</b>
<b>Error Experimental</b>	<b>315600.568</b>	<b>16</b>	<b>19725.035</b>	

$$FC = 56689.952/973034.621 = \underline{\mathbf{0.05 *}}$$

$$F_{0.05} (1,2) = \underline{\mathbf{18.5 (tabla)}}$$

**Ho:** No hay diferencia entre mangueras de goteo (acepto).

**Ha:** Si hay diferencia entre mangueras de goteo.

**Como**  $FC < F$  tabla se acepta  $H_0$

**Decisión:** Como no hay diferencia entre mangueras de goteo, se deduce que manguera de goteo RAM = cinta de goteo AQUATRAXX en rendimiento cosecha.

$$FC = 973034.621 / 19725.035 = \underline{49.32^{**}}$$

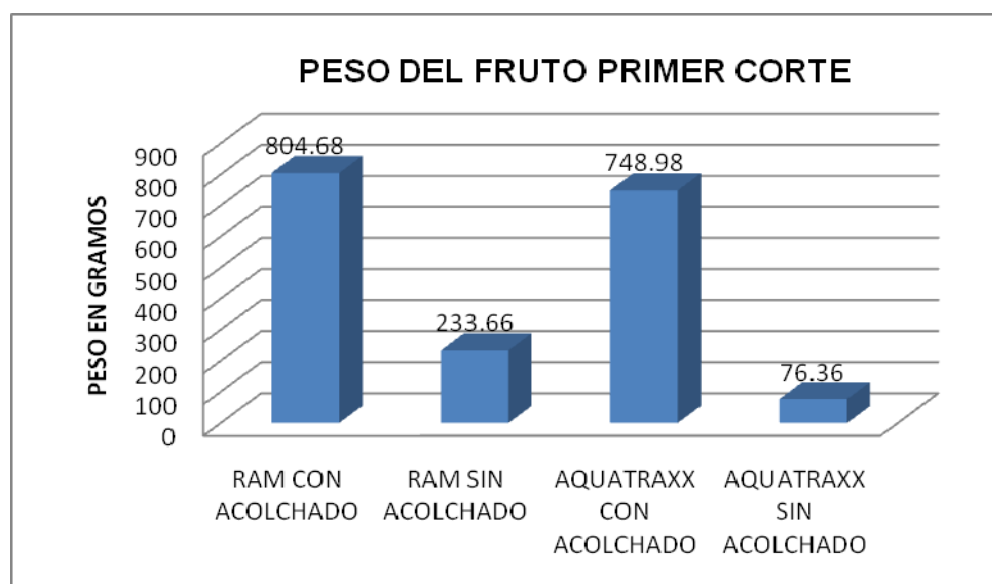
$$F_{0.05}(2,16) = \underline{3.63 \text{ (tabla)}}$$

**Ho:** No hay diferencia en los acolchados.

**Ha:** Si hay diferencia en los acolchados (acepto).

Como  $FC > F$  tabla se acepta Ha

**Decisión:** si hay diferencia entre acolchados.



**Figura 4.4** Gráfica del peso del fruto primer corte

En esta gráfica se puede observar que la manguera de goteo RAM obtuvo el mayor peso en cuanto a frutos con 804.68 gr. La cinta de goteo Aquatraxx con acolchado obtuvo 748.98 gr. RAM sin acolchado obtuvo 233.6 gr y por último la cinta Aquatraxx sin acolchado obtuvo 76.36 gr. O sea que es recomendable utilizar manguera de goteo RAM que cinta de goteo Aquatraxx.



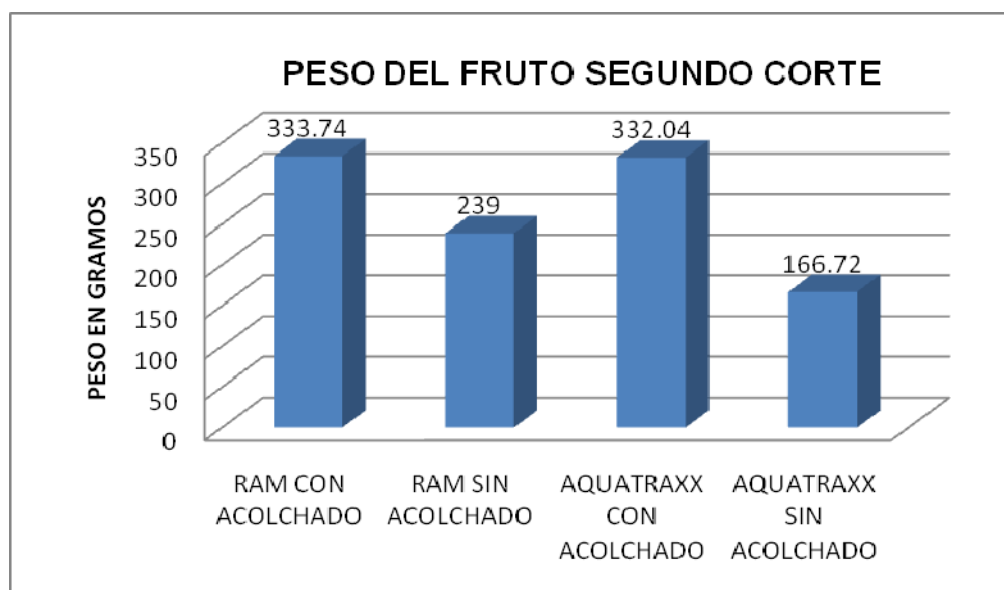
#### 4.5 PESO DEL FRUTO EN GRAMOS/PANTA (SEGUNDO CORTE)

**Cuadro 4.7.** Peso del fruto segundo corte

NUMERO DE PLANTA	MANGUERA RAM		CINTA AQUATRAXX	
	RAM con acolchado.	RAM sin acolchado.	Aquatraxx con acolchado.	Aquatraxx sin acolchado
Planta1	349.9 gr	269.9 gr	231.1 gr	158.7 gr
Planta2	238.4 gr	230.1 gr	437 gr	195.8 gr
Planta3	327.7 gr	169.9 gr	296.7 gr	156.2 gr
Planta4	364.5 gr	349.4 gr	396.2 gr	190.9 gr
Planta5	388.2 gr	175.7 gr	299.2 gr	132 gr
PROMEDIO	333.74 gr	239 gr	332.04 gr	166.72 gr

**Nota:** El procedimiento es el mismo que se utilizo anteriormente son los mismos pasos a seguir.

El análisis de varianza realizado para el peso del fruto es que en mangueras de goteo  $FC < F$  tabla entonces se acepta **H<sub>0</sub>**: No hay diferencia entre manguera de goteo; pero en los acolchados  $FC > F$  tabla entonces se acepta **H<sub>a</sub>**: si hay diferencia en los acolchados.



**Figura 4.5.** Gráfica del peso del fruto segundo corte

En esta gráfica podemos observar que en los tratamientos RAM con acolchado y Aquatraxx con acolchado no hubo mayor significancia en cuanto al peso del fruto pero si tuvieron diferencia en cuanto a los tratamientos RAM sin acolchado y Aquatraxx sin acolchado. Pero el tratamiento RAM sin acolchado tuvo por encima del tratamiento Aquatraxx sin acolchado con respecto al peso del fruto.

#### 4.6 PESO DEL FRUTO EN GRAMOS/PLANTA (TERCER CORTE)

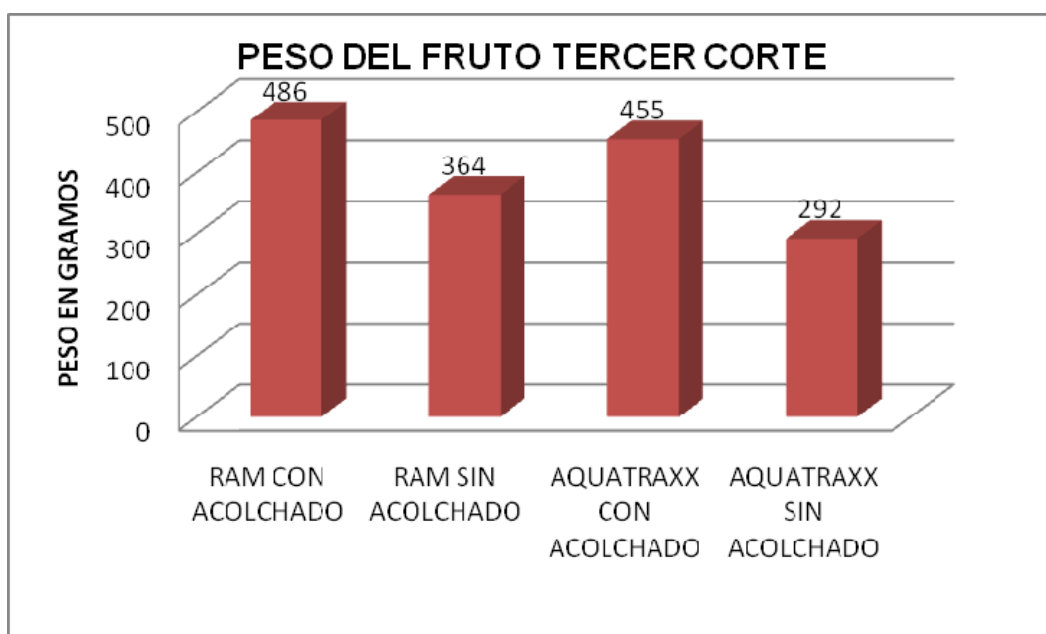
**Cuadro 4.8.** Peso del fruto tercer corte

NUMERO DE PLANTA	MANGUERA RAM		CINTA AQUATRAXX	
	RAM con acolchado.	RAM sin acolchado.	Aquatraxx con acolchado.	Aquatraxx sin acolchado
Planta1	290 gr	400 gr	350 gr	250 gr
Planta2	500 gr	250 gr	470 gr	300 gr
Planta3	450 gr	350 gr	450 gr	400 gr

<b>Planta4</b>	<b>540 gr</b>	<b>290 gr</b>	<b>430 gr</b>	<b>210 gr</b>
<b>Planta5</b>	<b>650 gr</b>	<b>530 gr</b>	<b>575 gr</b>	<b>300 gr</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>486 gr</b>	<b>364 gr</b>	<b>445 gr</b>	<b>292 gr</b>

**Nota:** El procedimiento es el mismo que se utilizo anteriormente son los mismos pasos a seguir.

El análisis de varianza realizado para el peso del fruto es que en mangueras de goteo  $FC < F$  tabla entonces se acepta **Ho**: No hay diferencia entre manguera de goteo; pero en los acolchados  $FC > F$  tabla entonces se acepta **Ha**: si hay diferencia en los acolchados.



**Figura 4.6.** Gráfica del peso del fruto tercer corte

En esta gráfica se puede observar que RAM con acolchado y Aquatraxx con acolchado no muestra mucha diferencia, en cambio RAM sin acolchado y Aquatraxx sin acolchado si se puede observar la diferencia en este caso la manguera RAM es más recomendable que la cinta Aquatraxx.

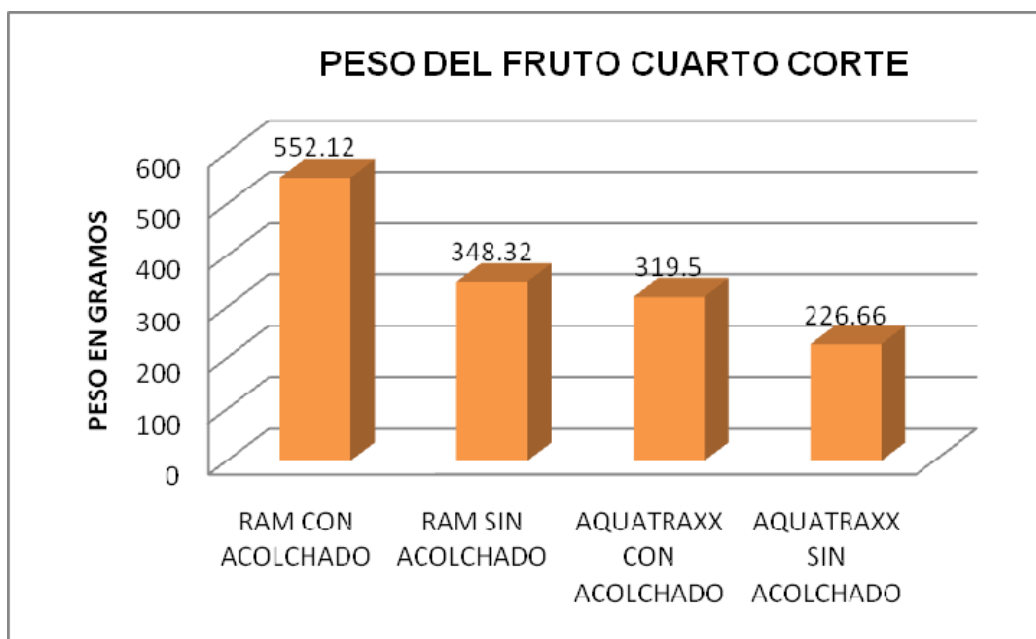
#### 4.7 PESO DEL FRUTO EN GRAMOS/PLANTA (CUARTO CORTE)

**Cuadro 4.9.** Peso del fruto cuarto corte

NUMERO DE PLANTA	MANGUERA RAM		CINTA AQUATRAXX	
	RAM con acolchado.	RAM sin acolchado.	Aquatraxx con acolchado.	Aquatraxx sin acolchado
Planta1	391.6 gr	351 gr	226.1 gr	165.3 gr
Planta2	481.9 gr	325.5 gr	314.2 gr	229.3 gr
Planta3	458.5 gr	380.4 gr	384.2 gr	218.7 gr
Planta4	488.1 gr	359.7 gr	386.8 gr	210 gr
Planta5	454.5 gr	325 gr	286.2 gr	310 gr
PROMEDIO	552.12 gr	348.32 gr	319.5 gr	226.66 gr

**Nota:** El procedimiento es el mismo que se utilizo anteriormente son los mismos pasos a seguir.

El análisis de varianza realizado para el peso del fruto es que en mangueras de goteo  $FC < F$  tabla entonces se acepta **H<sub>0</sub>**: No hay diferencia entre manguera de goteo; pero en los acolchados  $FC > F$  tabla entonces se acepta **H<sub>a</sub>**: si hay diferencia en los acolchados.



**Figura 4.7.** Gráfica del peso del fruto cuarto corte

En esta gráfica se puede observar la gran diferencia que tubo la manguera RAM con acolchado en cuanto a los otros 3 tratamientos, entonces manguera RAM es más recomendable que la cinta Aquatraxx.

#### 4.8 PESO DEL FRUTO EN GRAMOS/PLANTA (QUINTO CORTE)

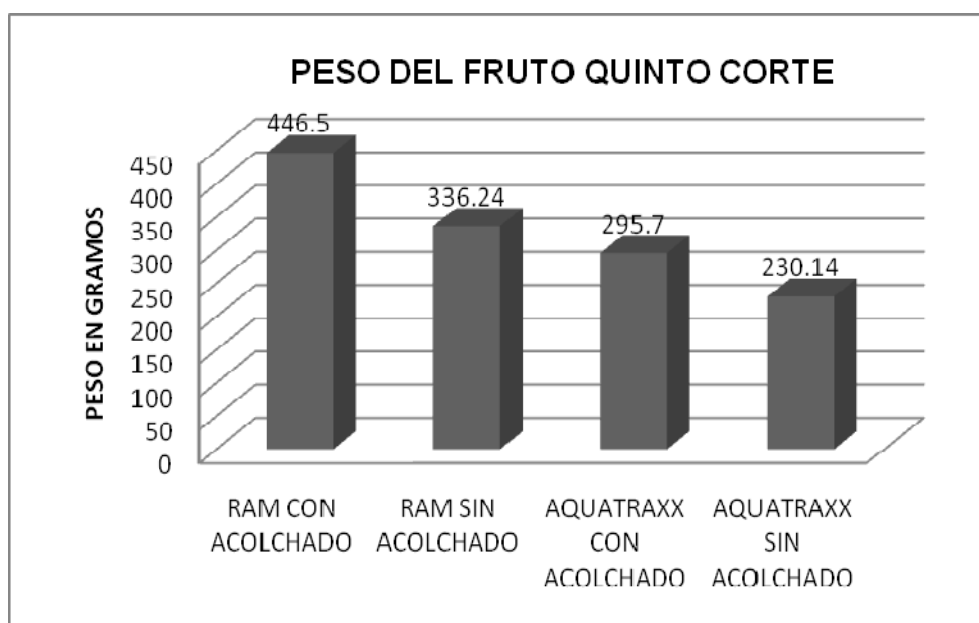
**Cuadro 4.10.** Peso del fruto quinto corte

NUMERO DE PLANTA	MANGUERA RAM		CINTA AQUATRAXX	
	RAM con acolchado.	RAM sin acolchado.	Aquatraxx con acolchado.	Aquatraxx sin acolchado.
Planta1	500 gr	360 gr	214.8 gr	220.3 gr
Planta2	450 gr	350.6 gr	260.9 gr	152.2 gr
Planta3	400 gr	380.6 gr	285.1 gr	195.4 gr

<b>Planta4</b>	<b>402 gr</b>	<b>260 gr</b>	<b>342.3 gr</b>	<b>247.5 gr</b>
<b>Planta5</b>	<b>480.5 gr</b>	<b>330 gr</b>	<b>375.4 gr</b>	<b>335.3 gr</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>446.5 gr</b>	<b>336.24 gr</b>	<b>295.7 gr</b>	<b>230.14 gr</b>

**Nota:** El procedimiento es el mismo que se utilizó anteriormente son los mismos pasos a seguir.

El análisis de varianza realizado para el peso del fruto es que en mangueras de goteo  $FC < F$  tabla entonces se acepta  $H_0$ : No hay diferencia entre manguera de goteo; pero en los acolchados  $FC > F$  tabla entonces se acepta  $H_a$ : si hay diferencia en los acolchados.



**Figura 4.8.** Gráfica del peso del fruto quinto corte

En esta última gráfica nos mostró que siempre RAM con acolchado estuvo muy por encima de los otros 3 tratamientos y RAM sin acolchado sobre paso el tratamiento AQUATRAXX con acolchado que en gráficas anteriores este

tratamiento estuvo por encima del tratamiento RAM sin acolchado; por ultimo siempre se mantuvo el tratamiento AQUATRAXX sin acolchado.

## V. CONCLUSIONES

- ❖ En el tratamiento A, que es manguera RAM con acolchado, es el que proporcionó mejores crecimientos de la planta y más peso de los frutos por lo tanto se concluye que este es el método de plasticultura más indicado para obtener altos rendimientos en los sistemas de producción de este cultivo, ya que demostró mejores resultados en comparación con los tratamientos B, C y D.
- ❖ El tratamiento C, que es cinta Aquatraxx con acolchado plástico respondió bien pero no alcanzo a igualar los resultados del tratamiento A.
- ❖ El tratamiento B, RAM sin acolchado; tuvo una diferencia estadística significativa siempre por arriba del tratamiento D cinta Aquatraxx sin acolchado.
- ❖ Se recomienda filtrar el agua a través de un filtro de anillas y cuando las fuentes de agua sean superficiales es necesario filtrar en arena y dar limpieza periódico a los filtros, inyectar ácido al sistema para eliminar las incrustaciones de carbonato, balancear el pH y mejorar la solubilidad de los fertilizantes añadidos en el agua de riego.
- ❖ El goteo superficial en calabacita está expuesto a la competencia del agua por las malezas, pérdida de la misma por evaporación directa y un menor crecimiento de las plantas.
- ❖ Los consumos de agua para evapotranspiración de la calabacita se estimaron en el orden de: 75, 152, 119 mm/mes para los meses de abril, mayo y junio respectivamente. Este consumo de agua se reduce de un 30 a 35% por efecto de acolchado plástico del suelo.



## VI. BIBLIOGRAFÍA

**Benavides, Carlos. 1994.** Il Curso Interamericano Diseños de Proyectos de Riego y drenaje: Tema II Propiedades Físicas de Suelos. Primera edición. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y forestales. 400p.

**Briones, S. G.** 2003, Manual de Practicas. Curso de Sistemas de Riego de Baja Presión, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

**García Casillas Ignacio y Briones, S. G.** 1997, Sistemas de Riego por Aspersión y Goteo.

**García, E.** 1964. Modificaciones del sistema de clasificación climática de köppen, para la adaptarlo a las condiciones de la república mexicana. Editado en ENA, Capingo, México.

**García Reyes, PE.** 2001. Guía práctica para la elaboración de un sistema de riego por goteo de bajo costo denominado “R-EGAR”, usando materiales locales.

**Maroto, B. J. V.** 2002. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi–Prensa, 5ta. Edición. Madrid, España.

**Martínez, E. R.** 1991, Riego Localizado UACH. Chapingo, Méx.

**Medina, José.** 1997. Riego por Goteo. 4ª ed. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa. 302 p.

**Pizarro, F.** 1996. Riegos Localizados de Alta Frecuencia. 3ª Edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 511p.

**Rojas, P. L. y Briones S. G.** 2001. Diseño y operación de sistemas de de riego. C universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Buenavista, saltillo, Coahuila. Primera edición.

**Valdez, L. A.** 1989. Producción de hortalizas, Editorial Limusa, S.A. de C.V. grupo noriega editores. Balderas 95, D.F.

### **Páginas web consultadas**

[http://es.wikipedia.org/wiki/Riego\\_por\\_goteo](http://es.wikipedia.org/wiki/Riego_por_goteo).

<http://articulos.infojardin.com/articulos/riego-goteo-localizado>.

<http://www.Monografias.com/riego-goteo-fertirrigación.shtml>.

<http://www.agronet.com.mx>.

<http://www.hortalizas.com>.

[www.predes.org.pe/cartilla\\_riegoteo.pdf](http://www.predes.org.pe/cartilla_riegoteo.pdf).

[www.Centa.gob.sv/uploads/documentos/riego.pdf](http://www.Centa.gob.sv/uploads/documentos/riego.pdf).

[www.sag.gob.hn/files/infoagro/cadenas/calabacita.pdf](http://www.sag.gob.hn/files/infoagro/cadenas/calabacita.pdf).

# VIII. APENDICE A

**Análisis de varianza (ANVA) para el segundo corte**

NUMERO DE PLANTA	MANGUERA RAM		CINTA AQUATRAXX		
	RAM con acolchado.	RAM sin acolchado.	Aquatraxx con acolchado.	Aquatraxx sin acolchado	
Planta1	349.9gr	269.9gr	231.1gr	158.7gr	
Planta2	238.4gr	230.1gr	437.0gr	195.8gr	
Planta3	327.7gr	169.9gr	296.7gr	156.2gr	
Planta4	364.3 gr	349.4gr	396.2gr	190.9gr	
Planta5	388.2 gr	175.7	299.2gr	132.0gr	
$\sum X_{ij}$	1663.7 gr	1195gr	1660.2 gr	833.6 gr	$\sum T=5352.5$
promedio	333.74 gr	239 gr	332.04 gr	166.72 gr	
$(\sum X_{ij}^2)/N$	553579.53	285605	551252.80	138977.79	1529415.13
$(\sum \sum X_{ij})^2/10$	817216.569		621903.84		$\sum T=1439120.81$
$(\sum \sum \sum X_{ij})^2$	1598214.54				

**PROCEDIMIENTO:**

Factor de corrección(C)=  $(X_{ij})^2/N = (5352.5)^2/20 = \underline{1432462.813}$

$(\sum\sum\sum X_{ij})^2 =$   
 $(349.9)^2+(238.4)^2+(327.7)^2+(364.3)^2+(388.2)^2+(269.9)^2+(230.1)^2+(169.9)^2$   
 $+ (349.4)^2+(175.7)^2+(231.1)^2+(437)^2+(296.2)^2+(299.2)^2+(158.7)^2+(195.8)^2+(396.2)^2$   
 $+ (156)^2+(190.9)^2+(132)^2 = \underline{1598214.54}$

SS Total=  $(\sum\sum\sum X_{ij})^2 - C = 1598214.54 - 1432462.813 = \underline{165751.727}$

SS entre todos los grupos=  $(\sum X_{ij})^2/N - C = 1529415.138 - 1432462.813 = \underline{96952.325}$

SS Error = SS Total – SS entre todos los grupos =  $165751.727 - 96952.325 = \underline{68794.402}$

SS Grupos (entre manguera de goteo) =  $(\sum\sum X_{ij})^2 - C = 1439120.413 - 1432462.813 = \underline{6657.6}$

SS entre subgrupos (acolchado) = SS de todos los grupos – SS grupos =  $96952.325 - 6657.6 = \underline{90294.725}$

<b>Análisis de varianza diseño factorial con dos factores (k=2, p=2) en un solo bloque con 5 repeticiones anidadas</b>				
<b>Fuente de variación</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>TOTAL</b>	<b>165751.727</b>	<b>19</b>		
<b>Entre todos los grupos</b>	<b>96952.325</b>	<b>3</b>	<b>32317.441</b>	<b>7.51</b>

<b>Grupos</b>	<b>6657.6</b>	<b>1</b>	<b>6657.6</b>	<b>0.14 *</b>
<b>Subgrupos</b>	<b>68799.402</b>	<b>2</b>	<b>45147.362</b>	<b>10.49 **</b>
<b>Error Experimental</b>	<b>68799.402</b>	<b>16</b>	<b>4299.962</b>	

$$FC = 6657.6 / 45147.362 = \underline{0.14 *}$$

$$F_{0.05} (1,2) = \underline{18.5 (tabla)}$$

**Ho: No hay diferencia entre mangueras de goteo (acepto).**

**Ha: Si hay diferencia entre mangueras de goteo.**

**Como  $FC < F$  tabla se acepta Ho**

**Decisión:** Como no hay diferencia entre mangueras de goteo, se deduce que manguera de goteo RAM = cinta de goteo AQUATRAXX en rendimiento cosecha.

$$FC = 45147.362 / 4299.962 = \underline{10.49**}$$

$$F_{0.05} (2,16) = \underline{3.63 (tabla)}$$

**Ho: No hay diferencia en los acolchados.**

**Ha: Si hay diferencia en los acolchados (acepto).**

**Como  $FC > F$  tabla se acepta Ha**

**Decisión:** si hay diferencia entre acolchados.

**Análisis de varianza (ANVA) para el tercer corte**

NUMERO DE PLANTA	MANGUERA RAM		CINTA AQUATRAXX		
	RAM con acolchado.	RAM sin acolchado.	Aquatraxx con acolchado.	Aquatraxx sin acolchado	
Planta1	290gr	400gr	350gr	250gr	
Planta2	500gr	250gr	470gr	300gr	
Planta3	450gr	350gr	450gr	400gr	
Planta4	540 gr	290gr	430gr	210gr	
Planta5	650 gr	530gr	575gr	300gr	
$\sum X_{ij}$	2430 gr	1820gr	2275 gr	1460 gr	$\sum T=7985$
promedio	333.74 gr	239 gr	332.04 gr	166.72 gr	
$(\sum X_{ij}^2)/N$	1180980	662480	1035125	426320	$\sum T=3304905$
$(\sum \sum X_{ij})^2/10$	1806250		1395022.5		$\sum T=3201272.5$
$(\sum \sum \sum X_{ij})^2$	3468725				



**PROCEDIMIENTO:**

Factor de corrección(C)=  $(\sum X_{ij})^2/N = (7985)^2/20 = \underline{\underline{3188011.25}}$

$(\sum\sum X_{ij})^2=(290)^2+(500)^2+(450)^2+(540)^2+(650)^2+(400)^2+(250)^2+(350)^2+(290)^2+(530)^2+(350)^2+(470)^2+(450)^2+(430)^2+(575)^2+(250)^2+(300)^2+(400)^2+(210)^2+(300)^2 = \underline{\underline{3468725}}$

SS Total=  $(\sum\sum X_{ij})^2 - C = 3468725 - 3188011.25 = \underline{\underline{280713.25}}$

SS entre todos los grupos=  $(\sum X_{ij})^2/N - C = 3304905 - 3188011 = \underline{\underline{116893.75}}$

SS Error = SS Total – SS entre todos los grupos = 280713.75 – 116893.75 = **163820**

SS Grupos (entre manguera de goteo) =  $(\sum X_{ij})^2 - C = 3201272.5 - 3188011.26 = \underline{\underline{13261.25}}$

SS entre subgrupos (acolchado) = SS de todos los grupos – SS grupos = 116893.75 – 13261.25 = **103632.5**

<b>Análisis de varianza diseño factorial con dos factores (k=2, p=2) en un solo bloque con 5 repeticiones anidadas</b>				
<b>Fuente de variación</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>TOTAL</b>	<b>280713.75</b>	<b>19</b>		
<b>Entre todos los grupos</b>	<b>116893.75</b>	<b>3</b>	<b>38964.58</b>	<b>3.80</b>
<b>Grupos</b>	<b>13261.25</b>	<b>1</b>	<b>13261.25</b>	<b>0.25 *</b>

<b>Subgrupos</b>	<b>103632.5</b>	<b>2</b>	<b>51816.25</b>	<b>5.06 **</b>
<b>Error Experimental</b>	<b>163820</b>	<b>16</b>	<b>10238.75</b>	

$$FC = 13261.25 / 51816.25 = \underline{\mathbf{0.25^*}}$$

$$F_{0.05} (1,2) = \underline{\mathbf{18.5 (tabla)}}$$

**Ho: No hay diferencia entre mangueras de goteo (acepto).**

**Ha: Si hay diferencia entre mangueras de goteo.**

**Como  $FC < F$  tabla se acepta Ho**

**Decisión:** Como no hay diferencia entre mangueras de goteo, se deduce que manguera de goteo RAM = cinta de goteo AQUATRAXX en rendimiento cosecha.

$$FC = 51816.25 / 10238.75 = \underline{\mathbf{10.49^{**}}}$$

$$F_{0.05} (2,16) = \underline{\mathbf{3.63 (tabla)}}$$

**Ho: No hay diferencia en los acolchados.**

**Ha: Si hay diferencia en los acolchados (acepto).**

**Como  $FC > F$  tabla se acepta Ha**

**Decisión:** si hay diferencia entre acolchados.

**Análisis de varianza (ANVA) para el cuarto corte**

NUMERO DE PLANTA	MANGUERA RAM		CINTA AQUATRAXX		
	RAM con acolchado.	RAM sin acolchado.	Aquatraxx con acolchado.	Aquatraxx sin acolchado	
Planta1	391.6gr	351gr	226.1gr	165.3gr	
Planta2	481.9gr	325.5gr	314.2gr	229.3gr	
Planta3	458.5gr	380.4gr	384.2gr	218.7gr	
Planta4	488.1gr	359.7gr	386.8gr	310gr	
Planta5	454.5gr	325gr	286.2gr	318.5gr	
$\sum X_{ij}$	2274.6 gr	1741.6 gr	1597.5 gr	1241.8 gr	$\sum T=6855.5$
promedio	333.74 gr	239 gr	332.04 gr	166.72 gr	
$(\sum X_{ij}^2)/N$	1034761.03	606634.11	510401.25	308413.44	$\sum T=2460209.83$
$(\sum \sum X_{ij})^2/10$	1612986.24		806162.44		$\sum T=2419148.69$
$(\sum \sum \sum X_{ij})^2$	2503728.47				

## PROCEDIMIENTO:

$$\text{Factor de corrección}(C) = (\sum X_{ij})^2 / N = (6855.5)^2 / 20 = \underline{\underline{2349894.01}}$$

$$\begin{aligned} (\sum \sum X_{ij})^2 = & (391.6)^2 + (481.9)^2 + (458.5)^2 + (488.1)^2 + (454.5)^2 + (351)^2 + (325.5)^2 + (380.4)^2 \\ & + (359.7)^2 + (325)^2 + (226.1)^2 + (314.2)^2 + (384.2)^2 + (386.8)^2 + (286.2)^2 + (165.3)^2 + (229.3)^2 \\ & + (218.7)^2 + (310)^2 + (318.5)^2 = \underline{\underline{2503728.47}} \end{aligned}$$

$$\text{SS Total} = (\sum \sum X_{ij})^2 - C = 2503728.47 - 2349894.01 = \underline{\underline{153834.46}}$$

$$\text{SS entre todos los grupos} = ((\sum X_{ij})^2 / N - C = 2460209.83 - 2349894.01 = \underline{\underline{110315.82}}$$

$$\text{SS Error} = \text{SS Total} - \text{SS entre todos los grupos} = 153834.46 - 110315.82 = \underline{\underline{43518.64}}$$

$$\text{SS Grupos (entre manguera de goteo)} = (\sum \sum X_{ij})^2 - C = 2419148.69 - 2349894.01 = \underline{\underline{69254.68}}$$

$$\text{SS entre subgrupos (acolchado)} = \text{SS de todos los grupos} - \text{SS grupos} = 110315.82 - 69254.68 = \underline{\underline{41061.14}}$$

<b>Análisis de varianza diseño factorial con dos factores (k=2, p=2) en un solo bloque con 5 repeticiones anidadas</b>				
<b>Fuente de variación</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2268834.46</b>	<b>19</b>		
<b>Entre todos los grupos</b>	<b>110315.82</b>	<b>3</b>	<b>36771.94</b>	<b>13.51</b>

<b>Grupos</b>	<b>69254.68</b>	<b>1</b>	<b>69254.68</b>	<b>3.37 *</b>
<b>Subgrupos</b>	<b>41061.14</b>	<b>2</b>	<b>20530.57</b>	<b>7.54 **</b>
<b>Error Experimental</b>	<b>43518.64</b>	<b>16</b>	<b>2719.99</b>	

$$FC = 69254.68 / 20530.57 = \underline{3.37 *}$$

$$F_{0.05} (1,2) = \underline{18.5 (tabla)}$$

**Ho: No hay diferencia entre mangueras de goteo (acepto).**

**Ha: Si hay diferencia entre mangueras de goteo.**

**Como  $FC < F$  tabla se acepta Ho**

**Decisión:** Como no hay diferencia entre mangueras de goteo, se deduce que manguera de goteo RAM = cinta de goteo AQUATRAXX en rendimiento cosecha.

$$FC = 20530.57 / 2719.99 = \underline{7.54^{**}}$$

$$F_{0.05} (2,16) = \underline{3.63 (tabla)}$$

**Ho: No hay diferencia en los acolchados.**

**Ha: Si hay diferencia en los acolchados (acepto).**

**Como  $FC > F$  tabla se acepta Ha**

**Decisión:** si hay diferencia entre acolchados.

**Análisis de varianza (ANVA) para el quinto corte**

NUMERO DE PLANTA	MANGUERA RAM		CINTA AQUATRAXX		
	RAM con acolchado.	RAM sin acolchado.	Aquatraxx con acolchado.	Aquatraxx sin acolchado	
Planta1	500gr	360gr	214.8gr	220.3gr	
Planta2	450gr	350gr	260.9gr	152.2gr	
Planta3	400gr	380.6gr	285.1gr	195.4gr	
Planta4	402gr	260gr	342.3gr	247.5gr	
Planta5	480.5gr	330gr	375.45gr	335.3gr	
$\sum X_{ij}$	2232.5 gr	1680.6 gr	1478.5 gr	1150.7 gr	$\sum T=6542.3$
promedio	446.5 gr	336.1 gr	295.7 gr	230.14 gr	
$(\sum X_{ij}^2)/N$	996811.25	564883.27	437192.45	264822.09	$\sum T=2263709.06$
$(\sum \sum X_{ij})/10$	1531235.161		691269.264		$\sum T=2222504.425$
$(\sum \sum \sum X_{ij})^2$	2316489.06				

**PROCEDIMIENTO:**

Factor de corrección(C)=  $(\sum X_{ij})^2/N = (6542.5)^2/20 = \underline{2140084.46}$

$(\sum \sum X_{ij})^2 = (500)^2 + (450.6)^2 + (400)^2 + (402)^2 + (480.5)^2 + (360)^2 + (350.6)^2 + (380.6)^2 + (260)^2 + (330)^2 + (214.8)^2 + (260.9)^2 + (285.1)^2 + (342.3)^2 + (375.4)^2 + (220.3)^2 + (152.2)^2 + (195.4)^2 + (247.5)^2 + (335.3)^2 = \underline{2316489.06}$

SS Total=  $(\sum \sum X_{ij})^2 - C = 2316489.06 - 2140084.46 = \underline{176404.6}$

SS entre todos los grupos=  $(\sum X_{ij})^2/N - C = 2263709.06 - 2140084.46 = \underline{123624.6}$

SS Error = SS Total – SS entre todos los grupos =  $176404.6 - 123624.6 = \underline{52780}$

SS Grupos (entre manguera de goteo) =  $(\sum X_{ij})^2 - C = 2222504.425 - 2140084.46 = \underline{82419.965}$

SS entre subgrupos (acolchado) = SS de todos los grupos – SS grupos =  $123624.6 - 82419.965 = \underline{41204.635}$

<b>Análisis de varianza diseño factorial con dos factores (k=2, p=2) en un solo bloque con 5 repeticiones anidadas</b>				
<b>Fuente de variación</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>
<b>TOTAL</b>	<b>176404.6</b>	<b>19</b>		
<b>Entre todos los grupos</b>	<b>123624.6</b>	<b>3</b>	<b>41208.2</b>	<b>12.49</b>

<b>Grupos</b>	<b>82419.965</b>	<b>1</b>	<b>82419.965</b>	<b>4.00 *</b>
<b>Subgrupos</b>	<b>41204.635</b>	<b>2</b>	<b>20602.317</b>	<b>6.24 **</b>
<b>Error Experimental</b>	<b>52780</b>	<b>16</b>	<b>3298.75</b>	

$$FC = 82419.965 / 20602.317 = \underline{4.00 *}$$

$$F_{0.05} (1,2) = \underline{18.5 (tabla)}$$

**Ho: No hay diferencia entre mangueras de goteo (acepto).**

**Ha: Si hay diferencia entre mangueras de goteo.**

**Como  $FC < F$  tabla se acepta Ho**

**Decisión:** Como no hay diferencia entre mangueras de goteo, se deduce que manguera de goteo RAM = cinta de goteo AQUATRAXX en rendimiento cosecha.

$$FC = 20602.317 / 3298.75 = \underline{6.24^{**}}$$

$$F_{0.05} (2,16) = \underline{3.63 (tabla)}$$

**Ho: No hay diferencia en los acolchados.**

**Ha: Si hay diferencia en los acolchados (acepto).**

**Como  $FC > F$  tabla se acepta Ha**

**Decisión:** si hay diferencia entre acolchados.