

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE INGENIERIA**

**Departamento de Riego y Drenaje**



**EVALUACION DEL CONSUMO DE AGUA CON RESPECTO AL  
RENDIMIENTO EN CULTIVOS BROCOLI Y REPOLLO CON TRES CINTAS  
DIFERENTES**

**TESIS**

**POR**

**AVELINO PEÑA MONROY**

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

**Ingeniero Agrónomo en Irrigación**

**Buenavista, Saltillo, Coah.  
Noviembre del 2005**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE INGENIERIA**

**DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

**EVALUACION DEL CONSUMO DE AGUA CON RESPECTO AL RENDIMIENTO  
EN DOS CULTIVOS CON TRES CINTAS DIFERENTES**

**TESIS  
POR  
AVELINO PEÑA MONROY**

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada  
Como requisito parcial, para obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACION**

**COMITÉ PARTICULAR**

Asesor principal: \_\_\_\_\_  
M.C. LUIS SAMANIEGO MORENO

Asesor: \_\_\_\_\_  
ING. ENRIQUE MANDUJANO ALVAREZ

Asesor: \_\_\_\_\_  
ING. TOMAS REYNA CEPEDA

\_\_\_\_\_  
DR: JAVIER DE JESUS CORTES BRACHO  
COORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERIA

## **AGRADECIMIENTOS**

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** y al **Departamento de Riego y Drenaje** por aceptarme en sus instalaciones y por adquirir sus conocimientos y experiencias indispensables para mi formación profesional.

Al **M.C. LUIS SAMANIEGO MORENO**, por su valiosa amistad y tiempo disponible, además de su importante asesoría y por la confianza depositada en mí para llevar a cabo la realización de esta investigación.

Al **M.C. GREGORIO BRIONES SANCHEZ**, por su indispensable ayuda y apoyo en aconsejarme en la realización de este trabajo y por su tiempo dedicado y depositado en mí.

Al **DR. RAUL RODRIGUEZ GARCIA**, por su gran apoyo en la realización de este proyecto y sus sabios consejos depositados en mi persona.

Al **Ing. JOSE ENRIQUE MANDUJANO ALVAREZ**, por su valioso tiempo y confianza depositada en mí y además de sus valiosos consejos para el buen desarrollo de este trabajo.

Al **Personal** de los laboratorios de **RASPA** y **CALIDAD DE AGUAS** por su valioso apoyo y confianza que depositaron en mí en la realización de este proyecto y además de sus consejos que me brindaron.

A las **SECRETARIAS Y PERSONAL** del Departamento de Riego y Drenaje por su gran apoyo en la realización de este proyecto.

Y mis mas gratos agradecimientos a todos los **MAESTROS** del Departamento de Riego y Drenaje por sus valiosos conocimientos y consejos depositados en mi.

A mi novia **Hilda** por el tiempo, apoyo y confianza que me tuvo en los buenos y malos momentos en la realización de este proyecto.

A mis **COMPAÑEROS Y AMIGOS** por compartir juntos momentos importantes e inolvidables que pasamos juntos, les estaré siempre agradecido.

Enrique, Román, Gregorio, Melquíades, Melquiecedec, Cesar, Jorge Aimir, Ofelia, Jorge, Pablo, Yonny, Jacobo, Ricardo, Rubén, Verónica, Yesenia, Guillermo, Adolfo, Luis Ángel, Andrés, Jesús, Bernardo, Gloria, Leonardo, Mariana.

## DEDICATORIA

A **DIOS** por darme la vida y permitirme lograr un sueño que forma parte de mi, y también por darme la fe y fuerza de voluntad para lograrlo.

A mis padres **AVELINO PEÑA MEJIA y JOSEFINA MONROY GARCIA** que desde el cielo me guiaron para lograr este sueño que tanto anhele.

A la familia **MEJIA CAMARGO** por su gran apoyo, sacrificio y esfuerzo y sin esperar nada a cambio, confiaron en mi haciéndome una persona de bien para enfrentar la vida.

A mis **hermanos (as), cuñados (as), sobrinos (as), tíos (as)** por ser mis mejores amigos de quienes siempre he recibido afecto y palabras de aliento que me sirvieron para lograr mis metas.

## INDICE DE CONTENIDO

Índice de Figuras.....	ix
Índice de Cuadros.....	xi
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	2
<b>REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
Uso eficiente del agua.....	4
Sistemas de riego.....	5
Riego con Aspersores.....	5
Riego con Difusores.....	6
Riego Subterráneo.....	6
Cintas de Exudación (Tuberías Porosas).....	6
Micro aspersores.....	7
Side roll, Avance Frontal, Pivote central.....	7
Riego por Gravedad.....	7
Riego por goteo.....	8
Tipos de acolchado.....	10
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>11</b>
Ubicación.....	11
Clima.....	11
Procedimiento.....	12
Fuente de abastecimiento.....	13
Colocación de cintillas.....	13
Cinta micro-drip.....	13
Descripción.....	14
Cinta t-tape.....	16
Descripción .....	16
Espaciamiento entre emisores.....	17
Cinta de riego t-tape.....	18

Ventajas de la cinta t-tape.....	18
Cinta tyhpoon.....	18
Descripción.....	18
Contenido de humedad.....	22
Instrumentos para controlar la humedad.....	22
Barreno.....	22
Tensiómetros.....	23
Descripción de cultivos utilizados.....	24
Brócoli.....	24
Familia.....	24
Zonas de producción.....	25
Superficie y rendimiento.....	25
Requerimientos Básicos de Clima y Suelo .....	25
Variedades.....	25
Sistemas y etapas del cultivo.....	26
Temporadas del cultivo.....	26
Principales plagas y enfermedades.....	26
Las principales enfermedades.....	27
Control de malezas y fertilización.....	27
Valor nutritivo y características especiales.....	28
Repollo.....	29
Descripción.....	29
Origen.....	29
Fenología.....	29
Aspectos botánicos.....	30
Requerimientos botánicos y edáficos.....	31
Época de siembra.....	31
Fertilización.....	32
Requerimientos nutricionales.....	32
Control de plagas.....	32

Enfermedades.....	33
Malezas.....	33
Cosecha.....	34
Almacenamiento.....	34
Pruebas de campo.....	35
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>38</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>49</b>



## INDICE DE FIGURAS

1	Jardín Hidráulico del Departamento de Riego y Drenaje de la UAAAN.....	11
2	Puente de la toma de agua, medidor de agua, regulador de agua de presión e instalación de manómetro.....	12
3	Conexiones de la línea secundaria a las líneas regantes de cada cama de los cultivos.....	13
4	Componentes de la cinta micro-drip.....	15
5	Ejemplo de los rollos de la cinta micro-drip.....	15
6	Cinta de goteo T-tape.....	16
7	Estructura de la cinta Typhoon.....	19
8	Instalación de las cintillas a las líneas regantes de cada cultivo.....	21
9	Ejemplo de las partes que conforman un tensiometro.....	24
10	Ejemplo de la producción de brócoli y repollo obtenidos durante el ciclo de los cultivos.....	35
11	Resultados obtenidos al graficar la evaluación de las tres cintillas en relación a 4 psi de presión.....	38
12	Resultados obtenidos al graficar la evaluación de las tres cintillas en relación a 6 psi de presión.....	39
13	Resultados obtenidos al graficar la evaluación de las tres cintillas en relación a 6 psi de presión.....	40
14	Resultados obtenidos del suelo en el laboratorio de RASPA.....	41
15	Grafica de resultados del rendimiento del brócoli en relación ala cinta Typhoon.....	42
16	Grafica de resultados del rendimiento del brócoli en relación ala cinta Micro-drip.....	42
17	Grafica de resultados del rendimiento del brócoli en relación ala cinta T-tape.....	43

18	Grafica de resultados del rendimiento del repollo en relación a la cinta Typhoon.....	43
19	Grafica de resultados del rendimiento del repollo en relación a la cinta Micro-drip.....	44
20	Grafica de resultados del rendimiento del repollo en relación a la cinta T-tape.....	44
21	Grafica de resultados de la producción del brócoli en relación a las tres cintillas.....	45
22	Grafica de resultados de la producción del repollo en relación a las tres cintillas.....	45

## INDICE DE TABLAS

1	Descripción de cintilla T-tape.....	17
2	Ejemplo de valor nutritivo en una porción de 100kg de brócoli.....	28
3	Características generales que debe tener el repollo.....	31
4	Datos obtenidos de los gastos al evaluar los tres tipos de cintillas con 4 psi de presión.....	38
5	Datos obtenidos de los gastos al evaluar los tres tipos de cintillas con 6 psi de presión .....	39
6	Datos obtenidos de los gastos al evaluar los tres tipos de cintillas con 8 psi de presión .....	40
7	Resultados obtenidos del agua que ocupamos en el riego de dichos cultivos en el laboratorio de calidad de aguas del departamento de riego y drenaje.....	41
8	Resultados obtenidos al final del experimentó.....	46

## INTRODUCCION

El agua es un elemento esencial en todo organismo vivo y de vital relevancia en zonas de clima árido, donde una gota es sinónimo de vida. A causa de ello, los asentamientos agrícolas y humanos se han ubicado y desarrollado, preferentemente, cercanos a una fuente de agua.

En la agricultura tradicional el suelo además de ser el soporte de las plantas es el proveedor de agua y de nutrientes (que ingresan en forma de sales, compuestos simples disueltos en el agua). Si bien las hojas pueden cumplir también con estos fines, normalmente lo hacen en una proporción muy pobre comparado con las raíces. Dado esto, el riego consiste en reponer al suelo la humedad o el agua que las plantas extraen.

En ambientes limitantes de agua para la agricultura es imprescindible el conocimiento de la demanda de humedad en el ambiente para tratar de aplicar las cantidades en los tiempos que mejor efecto tengan sobre la expresión final del cultivo. Las aportaciones de agua a una parcela, provenientes ya sea de la precipitación o del riego, penetran al suelo donde entran en contacto con el sistema radicular del cultivo. Así, la evapotranspiración ( $E_t$ ) es la cantidad de agua que es removida del suelo y cultivo por efecto de la evaporación y la transpiración.

El riego se puede definir como la aplicación “artificial” de agua a los cultivos a efectos de compensar el déficit de agua en su ciclo productivo con el objetivo de lograr producción y calidad adecuada.

El riego puede ser de carácter “complementario”, esto es cuando el déficit se presenta solo durante un período del cultivo o durante una época del año.

### **Objetivo**

- Evaluar el rendimiento del cultivo de brócoli y repollo en relación a tres tipos de cintilla.
  
- Evaluar el consumo de agua de los cultivos de brócoli y repollo en relación a cada tipo de cintilla.

## REVISION DE LITERATURA

El 70 por ciento de nuestro planeta está cubierto por agua, sin embargo el 98 por ciento es salada y la tecnología actual para tratarla y usarla para el consumo humano o riego es todavía restringida, debido a sus altos costos. Aún más, la mayor parte del 2 por ciento del agua dulce se localiza en los casquetes polares o en los acuíferos, por lo que sólo queda disponible el 0.014 por ciento en los lagos y ríos de la superficie terrestre. (Arreguín C, 1987).

El acceso limitado al agua es un obstáculo cada vez mayor para la producción de alimentos. El agua cubre las tres cuartas partes del planeta, pero sólo una pequeña fracción es accesible bajo la forma de agua dulce. En torno a un 70 por ciento del agua dulce utilizada debe destinarse a la agricultura, a fin de producir los alimentos necesarios para la actividad humana. El empleo óptimo del líquido se define entonces como táctica fundamental para enfrentar problemas como la sequía, que afecta a numerosos países. (Pérez, 1985).

El agua es un elemento vital que afecta significativamente todos los aspectos de la vida, en el mundo entero. En exceso, el agua produce inundaciones y su escasez es causa de hambre en las regiones. El manejo adecuado del agua puede conducir a excelentes resultados en la producción agrícola, pero su mal uso provoca ensalitramiento, encharcamientos y erosión de suelos agrícolas, así como contaminación del agua para la agricultura. La mayoría de los países tienen problemas de suelos salinos debido al uso ineficiente del agua. (Barneset, 1973),

El agua es parte integrante del medio ambiente y resulta imprescindible para el buen funcionamiento de la biosfera. También es de vital importancia para todos los sectores socioeconómicos, ya que el desarrollo humano y económico es sencillamente imposible si no existe un abastecimiento de agua seguro y estable. Por otra parte, el agua también tiene un potencial de destrucción. Acontecimientos extremos pueden influir no sólo en la sociedad humana, sino también en los medios acuático y terrestre. (Barneset , 1973),

La calidad y cantidad del agua están estrechamente entrelazadas, de tal forma que las acciones dirigidas hacia el incremento de la eficiencia del uso del agua pueden tener un impacto sobre su calidad, y viceversa.

### **Uso eficiente del agua**

La eficiencia en el uso del agua incluye cualquier medida que reduzca la cantidad por unidad, que se utilice en una actividad dada, y que sea consistente con el mantenimiento o mejoramiento de la calidad del agua. La eficiencia en el uso del agua es en parte una respuesta a los derechos de propiedad que prevalecen en la sociedad. Mientras más propiedad privada exista, más se utilizan las prácticas de la eficiencia del agua. (Bower, 1966).

La preocupación por usar mejor el agua no es nueva, de hecho, muchas de las técnicas de riego, como la nivelación parcelaria o la reducción de evaporación con camas de rastrojo, son tan antiguas como la construcción en Inglaterra del primer excusado de bajo consumo allá por 1890. Algunas de estas acciones fueron aisladas como en caso de un riesgo, o se idearon para reducir el problema de la contaminación por las aguas residuales, que era el objetivo del excusado de bajo consumo. (Corpening, 1990).

## **Sistemas de riego**

El riego es una herramienta útil en la búsqueda de mejoras de los niveles de rentabilidad y estabilidad de los ingresos en los sistemas agrícolas ganaderos, pero no siempre resulta viable su implementación ya sea por razones físicas, económicas y de gestión. (Guillermo, 1987).

Un sistema de riego debe ser capaz de proporcionar la cantidad de agua requerida bajo condiciones de demanda máxima. Para ello es necesario que el sistema humedezca una fracción del volumen radicular, de dimensiones adecuadas y con un nivel de humedad que permitan satisfacer las necesidades climáticas. (Walter, 1990).

La elección apropiada de un sistema de riego, acorde con las condiciones de suelo, disponibilidad de agua, calidad, clima, etc.; es uno de los problemas de mayor interés, especialmente en regiones semiáridas (Saffat, 1980).

### **Riego con aspersores**

Los aspersores tienen un alcance superior a 6 metros., es decir, tiran el agua de 6 m en adelante, según tengan más o menos presión y el tipo de boquilla utilizada. (Netafim, 1993).

Los aspersores se dividen en:

- Emergentes. Se levantan del suelo cuando se abre el riego y cuando se para, se retraen.
- Móviles. Se acoplan al extremo de una manguera y se van pinchando y moviendo de un lugar a otro.



## **Riego con difusores**

Son parecidos a los aspersores pero más pequeños.

Tiran el agua a una distancia de entre 2 y 5 metros, según la presión y la boquilla que utilice. El alcance se puede modificar abriendo o cerrando un tornillo que llevan muchos modelos en la cabeza del difusor. (Netafim, 1993).

Se utilizan para zonas más estrechas. Por tanto, los aspersores para regar superficies mayores de 6 metros y los difusores para superficies pequeñas. Los difusores siempre son emergentes. (Empresa Netafim 1993).

## **Riego subterráneo**

Es uno de los métodos más modernos. Se está usando incluso para césped en lugar de aspersores y difusores en pequeñas superficies enterrando un entramado de tuberías. (Netafim, 1993).

Se trata de tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad, entre 5 y 50 cm. Según sea la planta a regar (hortalizas menos enterradas que árboles) y si el suelo es más arenoso o arcilloso. (Netafim, 1993).

## **Cintas de exudación (tuberías porosas)**

Las cintas de exudación son tuberías de material poroso que distribuyen el agua de forma continua a través de los poros, lo que da lugar a la formación de una franja continua de humedad, que las hace muy indicadas para el riego de cultivos en línea. (Netafim, 1993).

Humedecen una gran superficie y es especialmente interesante en suelo arenoso.

Las presiones de trabajo son menores que las de los goteros. Esto hace necesario el empleo de reguladores de presión especial o micro limitadores de caudal. (Netafim, 1993).

Las cintas de exudación se pueden atascar debido a las algas y a los depósitos de cal (aguas calizas). Por tanto, requieren tratamientos de mantenimiento. (Netafim, 1993).

### **Micro aspersores**

Para textura arenosa son preferibles los micro aspersores por que cubren más superficie que los propios goteros tradicionales, por ejemplo, para regar frutales. Este sistema de riego es idóneo para macizos de flores, rosales, pequeñas zonas, de riego etc. (Netafim 1993).

### **Side roll, avance frontal, pivote central:**

Estos sistemas de riego son de diferente forma pero su función en la dispersión del agua es la misma ya que asperjan el agua en forma nebulosa. (Briones, 2003).

### **Riego por gravedad:**

Este sistema de riego es el mas antiguo y consta solo de que el agua debe rodar por el suelo lo que significa que la pendiente es un factor muy importante, además de que es el sistema de riego que tiene menos eficiencia. (Allen y Jesen, 1997).

## Riego por goteo

Consiste en aportar el agua de manera localizada justo al pie de cada planta. Se encargan de ello los goteros o emisores. (Netafim, 1993).

Estos pueden ser:

- Integrados en la propia tubería.
- De botón, que se pinchan en la tubería.
- Los más baratos son los integrados no autocompensantes.
- Los goteros que se pinchan resulta más prácticos en zonas donde las plantas estén más desperdigadas y se pincha donde se necesiten

El riego por goteo es un método de aplicación de agua, nutrientes, y agroquímicos directamente a la zona radicular de las plantas en proporción controlada, lo que le permite obtener máximos resultados y minimizar el uso del agua y otros recursos. Al controlar el área y la proporción en que el agua, es aplicada, la humedad del suelo se optimiza. Las grandes variaciones en la humedad causan estrés en la planta y afecta el crecimiento y la producción. El riego por goteo es una herramienta de manejo, que cuando se opera correctamente, minimiza el estrés en las plantas. (Martínez E, 1991)

Normalmente, con un buen diseño, instalación, arranque inicial y manejo adecuado del sistema se puede obtener los siguientes resultados.

- Incremento en producción.
- Cultivo con mayor calidad.
- Ahorro en el consumo de agua y energía.
- Ahorro en la utilización de fertilizantes y agroquímicos.
- Reducción en lavado de suelo y drenaje.
- Menor incidencia de malezas, menor compactación y surcos secos.
- Menos compactación del suelo, surcos más secos y acceso más fácil al campo.

La tecnología del riego por goteo era la de proveer a la planta con una fuente de agua en puntos localizados. Esta tecnología evoluciono en varios diseños de emisores “discretos” para proveer un mejor control y eliminar problemas encontrados. De cualquier manera, esta tecnología no es el método mas económico de riego precisión para muchos cultivos. Para enfrentar esta situación, la tecnología de la cinta de riego por goteo fue desarrollada con muchas ventajas en las cuales se incluyen las siguientes: (Aguilera, C y R. Martínez E. 1996)

- Provee la tecnología de riego de precisión de menor costo disponible en el mundo.
- Ofrece al usuario una variedad de emisores a diferentes espaciamientos sin costo adicional.
- Crea literalmente una “pared de agua” para un desarrollo optimo de las plantas con las más altas eficiencias en el uso del agua, fertilizantes y agroquímicos.
- Es fácil de transportar, instalar (manual o mecánicamente) y utilizar, debido a lo compacto y simplicidad de su diseño.
- Es un componente clave en la tecnología moderna de los cultivos lo cual incluye la utilización de acolchados plásticos, fertigacion y quimigacion.

## **Tipos de Acolchados**

El acolchado es una técnica aplicada a los cultivos para mantener el contenido de humedad y temperatura así como evitar la competencia con malezas.

El acolchado puede ser blanco, negro o transparente. Sus funciones son:

- Mantiene la humedad del suelo.
- Aumenta la temperatura del suelo y acelera la cosecha.
- Permite adelantar la siembra y que la germinación sea rápida.
- Refleja calor hacia la fruta para madurar.
- Se conservan las hortalizas limpias y libres de salpicaduras.
- Mejora la calidad del fruto al impedir el contacto con el suelo.
- Evitan la erosión y el endurecimiento de la tierra.

Los negros impiden que salgan malas hierbas Los blancos se emplean para reflejar la luz y calor sobre frutas en maduración como tomates y melones. Los transparentes se emplean para calentar el suelo en primavera o evitar salpicaduras.

El plástico negro se extiende antes de sembrar y después de poner el goteo. No permiten el paso de la luz.

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación:

El presente trabajo se llevo acabo en el Jardín Hidráulico del Departamento de Riego y Drenaje de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buena vista, Saltillo, Coahuila; Cuyas coordenadas son: 25° 21' latitud norte y 101° 00' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altura de 1742 msnm. Una vista general del sitio puede ser observada en la (figura 1).



**Figura 1:** Jardín Hidráulico del Departamento de Riego y Drenaje de la UAAAN.

### Clima

El clima de Saltillo, Coahuila, se define como seco estepario que presenta lluvias en verano e invierno según la clasificación realizada por Koppen y modificada por García (1964).

## Procedimiento

Lo primero consistió en localizar un lugar específico donde se pudiera tener una buena ubicación, posteriormente se procedió a limpiar el lugar con pala y azadón para llevar acabo este trabajo, después de la limpia se procedió a aflojar la tierra con pico y pala para construir y nivelar las 6 camas que se tenían planeadas hacer.

Posteriormente se elaboró y se colocó un puente de toma de agua principal a una línea secundaria con tubería de PVC, instalando un medidor de agua para tener contempladas los volúmenes de agua controlados y un regulador de 10 psi, además de instalarle un manómetro en dicho puente para llevar un control de la presión con lo que se pretendería regar el cultivo (figura 2).



**Figura 2:** Puente de toma de agua, medidor de agua, regulador de presión e instalación de manómetro

## **Fuente de Abastecimiento**

La fuente de abastecimiento que se utilizó se encuentra a un costado del Departamento de Horticultura la cual esta cerca del área de trabajo las cuales son abastecidas de agua de pozo profundo, de la toma de agua secundaria se procedió a colocar conexiones a las líneas regantes de cada cama. Como se muestra en la figura 3.



**Figura 3:** Conexiones de la línea secundaria a las líneas regantes de cada cama de los cultivos.

## **Colocación de las cintillas:**

### **Cintilla micro-drip**

Después de eso se colocaron las cintillas en forma manual las cuales son: cintilla Micro-drip- System (1347 – GARDENA), con una separación entre gotero y gotero de 30cm. Como se muestra en la figura 4.



## Descripción

- ✧ La tubería integral de goteo auto compensada y autolimpiante para aguas recicladas e instalación subterránea
- ✧ Elimina los efectos del rellenado y drenaje. La mayor eficiencia en riego por pulsos.
- ✧ Evita la succión de impurezas a la tubería. Ideal para riego subterráneo.
- ✧ Extraordinaria y supereficaz protección contra las obstrucciones. Doble laberinto con el paso más amplio, basado en la tecnología patentada Turbonet.
- ✧ Mecanismo autolimpiante continuo.
- ✧ Dispositivo de protección contra arenilla, que evita los depósitos de sedimentos en el paso de agua del gotero.
- ✧ Filtro de entrada perfeccionado, de diseño patentado.



**Figura 4:** Componentes de la cinta Micro-drip.

1347 - GARDENA Tubo de instalación de 13 mm (1/2") Rollo de 50 m. Resistente a los rayos ultravioleta y opaca a la luz.

1346 - GARDENA Tubo de instalación de 13 mm Rollo de 15 m. Resistente a los rayos, ultravioleta y opaca a la luz.



**Figura 5:** Ejemplo de rollos de cinta Micro-drip

### Cintilla t-tape

### **Descripción**

Cintilla T-tape TSX 500 (con una separación entre gotero y gotero de 20cm).

El riego por cintas de goteo T-tape es aplicable a cualquier tipo de cultivo, pero en la horticultura es donde se observan los mejores resultados en cantidad y calidad de las cosechas, ya que permite aprovechar al máximo las ventajas de este sistema.

La cinta de goteo T-tape posee características particulares en su diseño -flujo turbulento y goteo por una ranura- que la hacen menos sensible a las obturaciones o taponamientos en los goteros alargando la vida útil de la cinta, como se muestra en la figura 6.

**Figura 6:** Cinta de goteo T-tape

El material T-tape es significativamente más fuerte y más duradero que otros materiales comparables del mismo espesor haciéndolo ideal para instalación superficial y de subsuperficie. La salida en forma de rendija reduce el daño causado por los insectos, impide la entrada de raíces y prácticamente elimina el taponamiento por contaminantes externos al poner en marcha el sistema.

Los espaciamientos entre salidas son variados, respondiendo a las necesidades de los cultivos. De igual forma, los caudales disponibles varían de acuerdo a las necesidades específicas de aplicación, siendo 1,0 litro / hora el más utilizado.

Longitud de laterales de Goteo (expresadas para un coeficiente de uniformidad de 85 por ciento)

**Tabla 1:** Descripción de la cintilla T-tape

T-tape	Distancia entre goteros (cm.)	Caudal por 100 m de tubería (l/h)	Presión de Entrada en la Tubería (m.c.a.)				
			4,0	5,5	7,0	8,5	10,5
TSX 300	30	340	77	78	79	79	80
TSX 500	10	750	113	115	116	117	118
	20	500	146	148	150	151	153
	30	340	187	190	192	194	196
	40	250	228	231	235	237	238
	60	210	255	258	261	263	266
TSX 700	30	340	334	338	342	345	349
	60	210	453	460	465	469	474

### Espaciamiento entre emisores

Espaciamientos disponibles a 10 cm., 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60cm, 75 cm, 100 cm y 125 cm para la mayoría de los aspersores de pared T-TAPE TSX.

### Cinta de Riego T-tape

El diseño patentado de T-tape asegura la uniformidad de la entrega del agua a través de todo el periodo de cultivo.

### Ventajas de la Cinta t-tape:

- ❖ Su tecnología de flujo turbulento provee un alto nivel de uniformidad en el riego.

- ❖ Emisor en forma de rendija que reduce el daño causado por insectos y ayuda a impedir la intrusión de raíces, eliminando el taponeo por contaminantes externos.
- ❖ Cada salida es un emisor de goteo que provee flujo de gota no chorro.
- ❖ Una gran variedad de flujos, espaciamiento entre emisores y grosor de pared, hacen posible adaptar un sistema para muchas aplicaciones, suelos y cultivos.

## **Cinta tyhpoon**

### **Descripción**

Cintilla Tyhpoon (con una separación entre gotero y gotero de 50 cm.). La cinta de riego utilizada en el predio es de tipo Micro-drip de flujo turbulento por presentar una pared gruesa que asegura resistencia mecánica y con ello una mayor duración.

Cada gotero está provisto de un mecanismo sofisticado y confiable de autorregulación, basado en una tecnología única en su género, como se muestra en la figura 8.

- Uniformidad de caudal en un rango de presiones de 5 a 40 m.
- Laterales largos 400 m y más.
- Alta resistencia a las obstrucciones cada gotero está equipado con un mecanismo de auto limpieza.

- Estructura enteriza (tubería de una sola pieza).



**Figura 7:** Estructura de la cintilla typhoon.

La tubería de goteo más eficiente de costo en su categoría para uso estacional.

- Extra-resistente a la tracción
- Elevada resistencia a daños mecánicos.
- La más alta resistencia a las obstrucciones en su categoría.
- Versátil – amplia gama de diámetros y grosores

Goteritos integrados en tubería plástica de alta resistencia a la tracción. Pequeño gotero único en su género con pasos de agua anchos y cortos y alta resistencia a la obstrucción.

Trayectoria de flujo moldeada a inyección, de alta precisión y con el más bajo factor de variación en el proceso industrial:  $CV=0,03$ . El bajo caudal por gotero permite regar eficientemente a cortas distancias

Una amplia selección de caudales y grosores de pared asegura la mejor relación costo-beneficio para todo tipo de regadío utilizando laterales más largos.

- Ahorra tuberías secundarias
- Ahorra energía
- Ahorra tendido y rebobinado
- Ahorra mano de obra
- Favorece un crecimiento uniforme y mayores cosechas con la uniformidad de emisión que aventaja a todas sus competidoras

La cinta de goteo Typhoon se fabrica bajo un proceso de extrusión de alta tecnología. Su sistema de fabricación patentado permite la conformación de un laberinto con la misma exactitud de un proceso de inyección y con la continuidad de los procesos de extrusión continua. Se fabrica en varios espesores, caudales y distancias entre puntos de emisión.

El agua es prefiltrada a través de los orificios de entrada del emisor, a continuación pasa al laberinto donde pierde presión y, una vez en la cámara de descarga, sale al exterior en forma de gotas.

Tomando en cuenta que las tres cintillas diferentes quedaran esparcidas entre las 6 camas. Y que no quedaran juntas cintas de la misma marca como se muestra en la figura 8 y se prosiguió a colocar el acolchado de color negro, en

forma manual (donde dicho acolchado tiene una distancia entre orificio y orificio de 35 cm).

Después de eso se procedió a regar dichas camas durante 2 horas para que hubiera humedad en el suelo y posteriormente se procedió a plantar los cultivos de brócoli y repollo esta actividad se realizó en la tarde para que las plantas no se estresaran al momento de transplantarlas.



**Figura 8:** Instalaciones de las cintillas a las líneas regantes de cada cultivo

Posteriormente el siguiente paso fue colocar dos tensiómetros de manera que quedaran dispersos entre las 6 camas para que las lecturas obtenidas fueran más representativas.

#### **Contenido de humedad:**

El contenido de humedad de una determinada muestra de suelo, está definida como el peso del agua, sobre el peso de los sólidos por cien (para dar el valor en porcentaje), y esta definida por la letra W.

Los métodos para medir el contenido de humedad en la zona no saturada del suelo van desde el radar penetrante (GPR), capacitivos y de impedancia, o



aquellos basados en principios de reflectometría en el dominio tiempo (TDR) o en el dominio frecuencia (FDR).

### **Instrumentos para estimar la humedad**

Existen varios instrumentos para estimar la humedad del suelo, algunos de los cuales se indican a continuación.

#### **Barreno**

Es uno de los métodos más antiguos empleados para estimar el contenido de agua en un terreno, que consiste en una inspección visual y de tacto de muestras de suelo obtenidas de la zona de las raíces (zona radical) por un barreno.

El barreno puede ser fabricado por el propio agricultor, con los siguientes materiales:

- ✧ Barrena corriente de espiral, de un diámetro aproximado a  $\frac{3}{4}$  de pulgada,
- ✧ Vástago metálico de un metro de largo,
- ✧ Trozo en forma de cruz.

#### **Tensiómetros**

Estos miden la tensión con la que el agua es retenida y la cantidad absoluta del agua. Su uso es más frecuente en la determinación de las necesidades de riegos, para información del estado de humedad de suelo

Está constituido por tres partes

a) Vacuometro: se ubica en el extremo superior del tubo. Es como un sistema de relojería que mide succión al generarse vacío (o tensión). Posee una escala de 0 a 80 cb (centibares).

b) Vástago (Tubo): este tubo se llena totalmente de agua y se cierra de forma hermética.

c) Cápsula cerámica porosa: ubicada en el extremo inferior del tubo. Debe estar en íntimo contacto con el suelo.



**Figura 9:** Ejemplo de las partes que conforman un tensiómetro.

### **Descripción de los cultivos utilizados:**

**Brócoli** (*Brassica Oleracea*)

**Familia:** Crucíferas

Esta hortaliza es originaria del Mediterráneo y Asia Menor (Vavilov, 1951). Hay dos tipos de brócoli: el Italiano (*Brassica\_Oleracea Itálica*) que es el más común en Estados Unidos, y el brócoli de cabeza (*Brassica Oleracea*), que se parece a una coliflor y es el que se cultiva en Ecuador.

El brócoli es una planta formada por tallos carnosos y gruesos que emergen de axilas foliares formando inflorescencias, generalmente una central de mayor tamaño y otras laterales.

### **Zonas de Producción.**

Las zonas adecuadas para el cultivo de brócoli son aquellas caracterizadas por bosques secos y zonas húmedas montañas bajas, con clima templado y frío,

### **Superficie y Rendimiento.**

En 1997 la superficie estimada según cálculos de exportación y rendimiento era de 800 has, que según los empresarios es una estimación correcta.

### **Requerimientos Básicos de Clima y Suelo.**

- Temperatura: el rango óptimo es 13 - 15 grados centígrados.
- Precipitación anual: debe fluctuar entre 800 - 1.200 mm.
- Altitud: entre 2.600 - 3.000 metros sobre el nivel del mar.
- Humedad relativa: no puede ser menor al 70 por ciento y se espera un 80 por ciento como condición ideal.

- Luminosidad: foto período neutro.

## **Variedades**

Las variedades existentes de brócoli son híbridos, lo que implica que se desarrollan genéticamente en laboratorios y que las plantas no producen semillas. En general estas variedades se clasifican, según su ciclo (entre 50 y 150 días), en tempranas, medias y tardías.

Entre las diferentes variedades de brócoli están: *Legacy, Marathon, Shogum, Sultan, Pinnacle, Zeus, Premium Crop, Greenbelt, Arcadia, Itálica, de Cicco, Green medium, Atlante, Medium late, Future, Green Duke, Skiff, Crusier.*

## **Sistema y Etapas del Cultivo.**

El sistema de propagación es por vía sexual, con semillas, dependiendo de las condiciones mencionadas, las semillas germinan entre los 6 a 10 días con la aparición un par de hojas. Las plantas desarrollan sus hojas y tallos hasta la etapa del transplante.

## **Temporadas del Cultivo.**

El brócoli no es un cultivo estacional y mantiene sus rendimientos a lo largo del año. El período de producción tiene una duración de aproximadamente cuatro meses dependiendo de la variedad

## **Principales Plagas y Enfermedades.**

Entre las principales plagas cabe mencionar las siguientes:

- “Gusano trozador”, cuyo agente causal es el Agrotis, que es una pequeña larva que corta las plantas en el tallo. Para el control químico se utiliza clorpiritos y piretroides.
- “Pulgón”, causado por el Aphis, que son insectos chupadores agrupados por colonias en el revés de las hojas. Se controla químicamente con piretroides y phosphamidon.
- “Minador”, causado por el Plutella, que causa perforaciones en el limbo foliar. Se elimina químicamente con dimethoate.

### **Las principales enfermedades**

- “Mal de Almacigo”, que provoca el marchitamiento de las plántulas, es causado por los hongos de suelo. Se puede controlar por medio de la desinfección del suelo y el control biológico.
- “Mildiú”, que se localiza en la parte inferior de las hojas como pequeñas manchas descoloridas y se desarrolla durante épocas lluviosas. se puede controlar con químicos como maneb y mancozeb.
- “Alternaria”, que afecta las plántulas y se transmite por semilla luego de la cosecha. Se puede utilizar, metalaxil y clorotalonil.

### **Control de Malezas y Fertilización.**

El control de malezas se realiza manualmente y no se recomienda el control químico o con herbicidas debido a que el brócoli es bastante sensible.

El brócoli responde a la fertilización nitrogenada; sin embargo, el exceso de nitrógeno causa tallos huecos. Es importante dotar al cultivo de cantidades suficientes de fósforo, potasio, boro y molibdeno

### Valor Nutritivo y Características Especiales.

El análisis nutritivo y calórico está realizado en base a una porción de 100grs de brócoli.

**Tabla 3:** Ejemplo de valor nutritivo en una porción de 100 grs. de Brócoli

Calorías	4.4
Agua	89%
Energía	34 calorías
Proteína	3.6 g
Grasas	0.4 g
Carbohidratos	4.9 g
<b>Sales Minerales</b>	
Calcio	103 mg
Fósforo	78 mg
Hierro	1.1 mg
Sodio	15 mg
Potasio	382 mg
<b>Vitaminas</b>	
Tiamina	0.10 mg
Riboflavina	0.23 mg
Niacina	0.9 mg
Ácido ascórbico	113 mg
Vitamina A1 (IU)	2.500 mg

### Repollo (*Brassica Oleracea L. var. Capitata*)

## **Descripción**

### **Origen**

Es originario de Europa específicamente de las Costas del Mediterráneo e Inglaterra (Vavilov, 1951). Es la mas antigua de las crucíferas, remontándose su origen entre los años 2000 y 2500 a. de C.

### **Fenología**

Las plantas de repollo son bianuales, el primer ciclo de su vida corresponde a la fase vegetativa y termina con la producción de un tallo ancho y corto. Para la fase reproductiva, requiere el estímulo de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o mas tallos florales en los que se origina la inflorescencia. La fase de crecimiento vegetativa, es la más importante para los productores y el único que se cumple de forma natural en las condiciones climáticas tropicales. Esta fase se divide en cuatro etapas, útiles para planificar el manejo del cultivo. En la cuarta etapa se lleva a cabo la formación de la cabeza que se caracteriza por la producción de hojas sin pecíolo que se superponen formando una bola o cabeza llamada Pella. Al final de esta etapa, las hojas han formado una bola compacta que al tacto se siente firme y dura. La pela es la parte comestible.

## **Aspectos botánicos**

### **a) Raíz**

Es cilíndrica pivotante y posee raíces secundarias que absorben los nutrientes y el agua.

## **b) Tallo**

Herbáceo, relativamente grueso erguido que alcanza altura de 50 a 100 cm según la variedad

## **c) Hoja**

Parten del tallo con un ángulo que difieren según la variedad, y que va a definir la compactación de la cabeza, color verde azulado, verdes y rojas según la variedad

## **d) Flor**

En racimos, corola amarillenta de pétalos ovalados.

## **e) Fruto**

Es una silicua alargada, terminada en un cuernecillo cilíndrico, con numerosas semillas.

## **f) Las semillas**

Las semillas son redondeadas, pequeñas y de color café.

## **Requerimientos climáticos y edáficos**

### **a) Clima**

En repollo se cultiva en zonas con alturas que oscilan desde los 400 hasta los 1,800 metros sobre el nivel del mar. Con temperaturas que varían de los 15 y 28 grados centígrados.



## b) Suelo

Se obtiene buen desarrollo en suelos de textura franca ricos en materia orgánica. El Cultivo se desarrolla en suelos ligeramente ácidos.

### Época de siembra

El repollo se cultiva durante todo el año, en regiones altas y algunos valles intermedios en los cuales se depende del agua lluvia para la siembra.

**Tabla 4:** Características generales que debe de tener el repollo.

<b>Variedad</b>	<b>Distancia / Hileras</b>	<b>Distancia / planta</b>	<b># de plantas Por Ha</b>
NOVA	0.6	16,666	1 mt.
TROPICANA B	0.5	33,333	0.6 mt.
CONQUEST	0.5	40,000	0.5 mt.
ZALCO	0.5	40,000	0.5 mt.
GREEN BOY	0.6	27,777	0.6 mt.

### Fertilización

#### Requerimientos nutricionales.

El repollo necesitó 380 libras de nitrógeno puro, 130 libras de fósforo y 400 libras de potasio. previo a la siembra hacer un análisis del suelo para aplicar las

cantidades adecuadas de nutrientes y evitar excesos o deficiencias en su aplicación.

### **Control de plagas**

Nombre Común: Gallina ciega ( *Phyllophaga sp.*)

La gallina ciega es una plaga del suelo que afecta al repollo igual que a otros cultivos. También, se conoce como chorontoco, oluga y oruga.

Nombre común.

Gusano del repollo, mariposa mexicana de la col, gusano anillado (*Leptophobia aripa Boisduval (Lepidóptera)*).

Manejo curativo.

Aplicar un plaguicida desde el trasplante hasta el comienzo de formación de la cabeza (42 días).

Nombre común. Palomilla de dorso diamante, plumilla, plutela, polilla, rasquiña. (*Plutella xylostella (L), (Lepidóptera)*).

### **Enfermedades**

Nombre común: Mancha amarilla, bacteriosis, hielo negro, marchites bacterial, parda de la col, podredumbre negra, pudrición bacterial, pudrición Negra, vena negra.

Nombre científico: *Xanthomonas campestris p.v. campestris (Pammel), Dowson, (Rhizobiaceae)*.

Manejo curativo.

Aplicar plaguicidas a base de cobre para disminuir el daño a las plantas infestadas.

Nombre Común Hernia de las crucíferas, nudo del repollo. (*Plasmodiophora brassicae* Woronin (*Myxoomycota*))

Nombre común: Amarillamiento del repollo (*Fusarium sp*)

### **Malezas**

Control de Malezas

Encontramos plantas silvestres, éstas pueden tener la función de conservar el suelo y retener la humedad de éste, pero existen algunas que compiten con las plantas cultivadas por el agua, luz, espacio, nutrientes, y éstas son las malezas, además pueden hospedar insectos y enfermedades.

Riego

El cultivo de repollo es una de las hortalizas más suculentas por lo que requiere grandes cantidades de agua para su buen desarrollo.

### **Cosecha**

La cosecha del repollo debe realizarse de acuerdo a los siguientes parámetros:

**a)** Ciclo vegetativo de la variedad cultivada si es precoz, (60 días en adelante).

**b)** Por la compactación de sus hojas ó cabeza, esta de estar bien firme

c) Poseer el diámetro adecuado a su forma los precoces aproximadamente de 15 a 20 cm.

### **Almacenamiento**

La vida de almacenamiento y retención de la calidad del repollo varía grandemente dependiendo del tipo y de condiciones de almacenamiento seleccionado.

Se recomienda almacenar el repollo a 0° C para minimizar la actividad respiratoria y el desarrollo de enfermedades las humedades relativas debe ser de 95% o un poco mayor para reducir pérdida de peso color y pudrición.



**Figura 10:** Ejemplo de la producción de brócoli y repollo obtenidos durante el ciclo de los cultivos.

Los riegos que se les aplico a el cultivo se fueron dando en relación a las tomas de lecturas de los tensiometros donde se manejo que cuando dichos tensiometros marcaran las lecturas en el rango de 35 – 40 centibares, es cuando teníamos que regar durante un tiempo determinado y una presión determinada.

En relación al tiempo de riego se regaba a diferentes tiempos esto dependía de cómo iba bajando los centibares en los tensiómetros y en relación a este parámetro se regaba. Y la presión con la que se regaba es de 8 psi.

Tomando en cuenta que cada que regábamos tomábamos lecturas de los tensiómetros antes de regar y después de regar solo que las lecturas después de cada riego se tomaban después de un rango de 1 a 2 horas hasta que el agua aplicada se infiltrara casi o en su totalidad para así tener datos de las lecturas del tensiometro verdaderas.

### **Pruebas de Campo**

Se realizaron algunas pruebas de campo como lo fueron calcular el gasto en base volumen de los tres tipos de Cintillas a diferentes presiones en este caso con presiones de: 4,6 y 8 psi en tiempos de 10 minutos durante 2 horas además de que con los resultados obtenidos se graficaron los datos y obtuvo la grafica de cada tipo de cintilla en relación a la presión por lo tanto estas pruebas sirvieron para saber el gasto de cada cintilla, dichos resultados se muestran en las tablas : 4, 5, 6 y las graficas se pueden ver en las figuras : 11, 12, 13.

También se realizo pruebas de calidad de agua y de suelo donde dichas pruebas fueron hechas en los laboratorios del Departamento de Riego y Drenaje por las laboratoristas donde la prueba de agua se realizo en el laboratorio de Calidad de Aguas del departamento de Riego y Drenaje en la tabla 7 se muestra que el suelo es muy rico y el de suelo se realizo en el laboratorio de RASPA, donde dichos resultados se pueden observar en la figura 14.

Podemos observar que existe en relación en el rendimiento del cultivo de brócoli con los diferentes tipos de cintillas donde se observa que en la parte inicial de cada cama el rendimiento fue mas productivo, siguiéndole la parte media y

por ultimo la parte final. Estos resultados se pueden observar en las figuras 15,16 y 17.

El Comportamiento en el cultivo del repollo es similar al del brócoli que en la parte inicial la producción es mayor, siguiéndolo la parte media y por último la parte final de las camas. Esto se puede observar en las figuras 18,19 y 20.

En la figura 21, se observa la relación que existe entre el total del cultivo de brócoli contra los tres tipos de cintillas, también que en la cinta micro-drip y la t-tape la producción al inicio de cada cama es mayor pero de la parte media en adelante la producción baja, y es lo contrario en el comportamiento de la cinta tyhpoon.

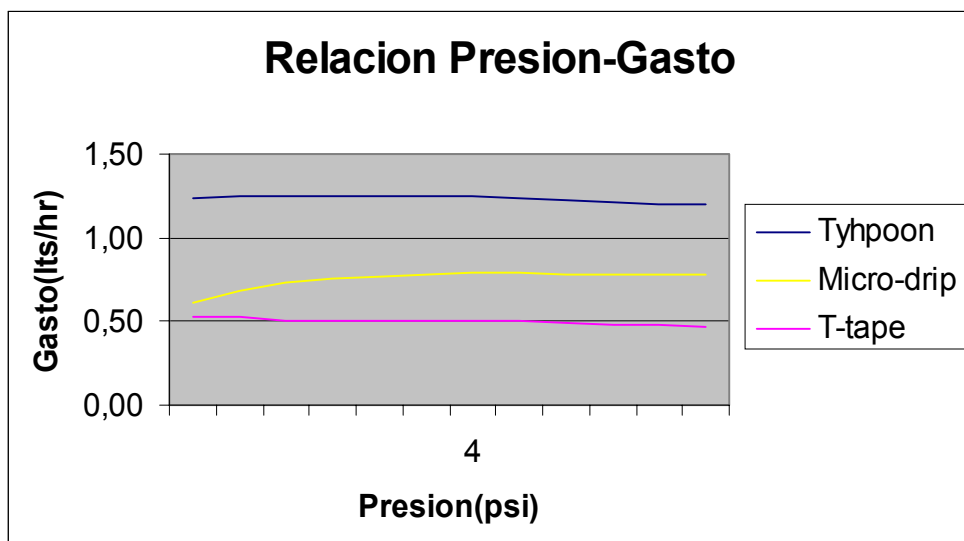
En la figura 22, se observa que la producción del repollo al inicio de cada cama el rendimiento es bueno no así después de la mitad de cada cama hasta el final donde se observa que baja la producción en las tres cintillas.

En la figura 23 se observa que en relación a la producción en gramos en el repollo y el brócoli la producción fue mas en la del repollo eso indica que hubo mas producción.

## RESULTADOS

**Tabla 4:** Datos obtenidos de los gastos al evaluar los tres tipos de cintillas con 4 psi de presión.

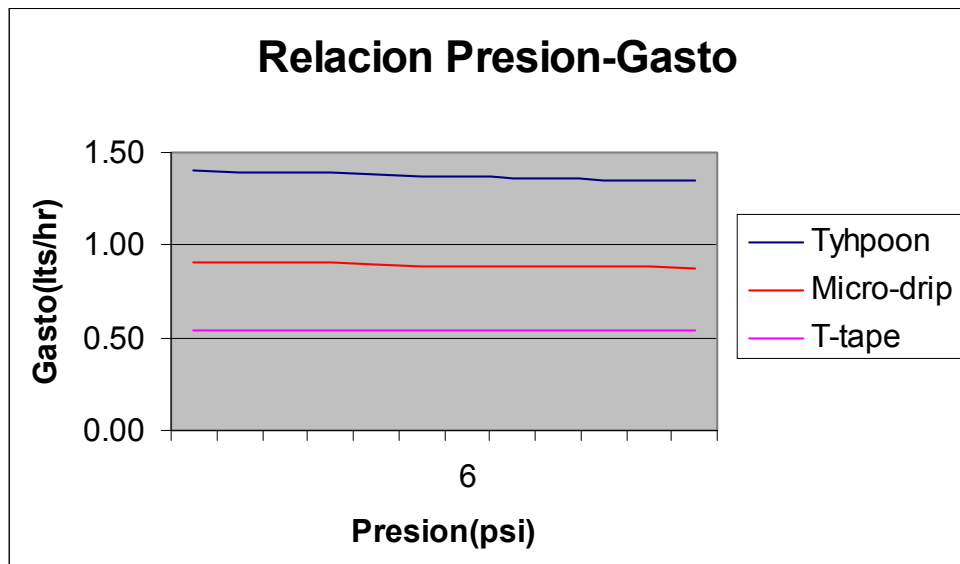
Presión (psi)	Cinta Tyhpoon Gasto en lph	Cinta T-tape Gasto en lph	Cinta Micro-drip Gasto en lph
4	1.23	0.53	0.61
	1.24	0.52	0.68
	1.25	0.51	0.73
	1.25	0.51	0.75
	1.25	0.50	0.77
	1.25	0.50	0.78
	1.25	0.50	0.79
	1.23	0.50	0.79
	1.22	0.49	0.79
	1.21	0.48	0.78
	1.21	0.48	0.78
	1.21	0.47	0.78



**Figura 11:** Resultados obtenidos al graficar en la evaluación de las tres Cintas en relación a 4 PSI de presión

**Tabla 5:** Datos obtenidos de los gastos al evaluar los tres tipos de cintillas con 6 psi de presión

Presión (psi)	Cinta Tyhpoon Gasto en lph	Cinta T-tape Gasto en lph	Cinta Micro-drip Gasto en lph
6	1.40	0.54	0.91
	1.40	0.54	0.91
	1.39	0.54	0.91
	1.39	0.54	0.91
	1.38	0.54	0.90
	1.37	0.54	0.89
	1.37	0.54	0.88
	1.36	0.54	0.88
	1.36	0.54	0.88
	1.35	0.54	0.88
	1.35	0.54	0.88
	1.35	0.54	0.88

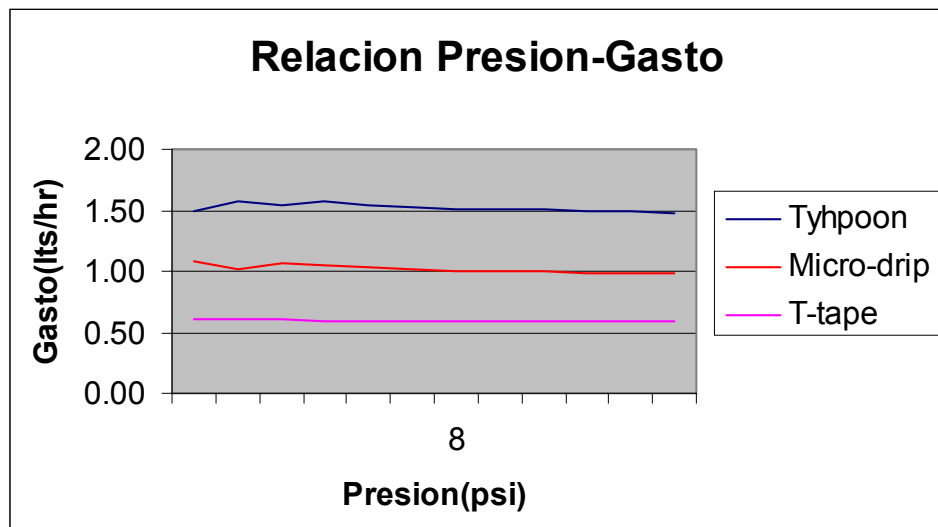




**Figura 12:** Resultados obtenidos al graficar en la evaluación de las tres cintillas en relación a 6 PSI de presión

**Tabla 6:** Datos obtenidos de los gastos al evaluar los tres tipos de cintillas con 8 psi de presión

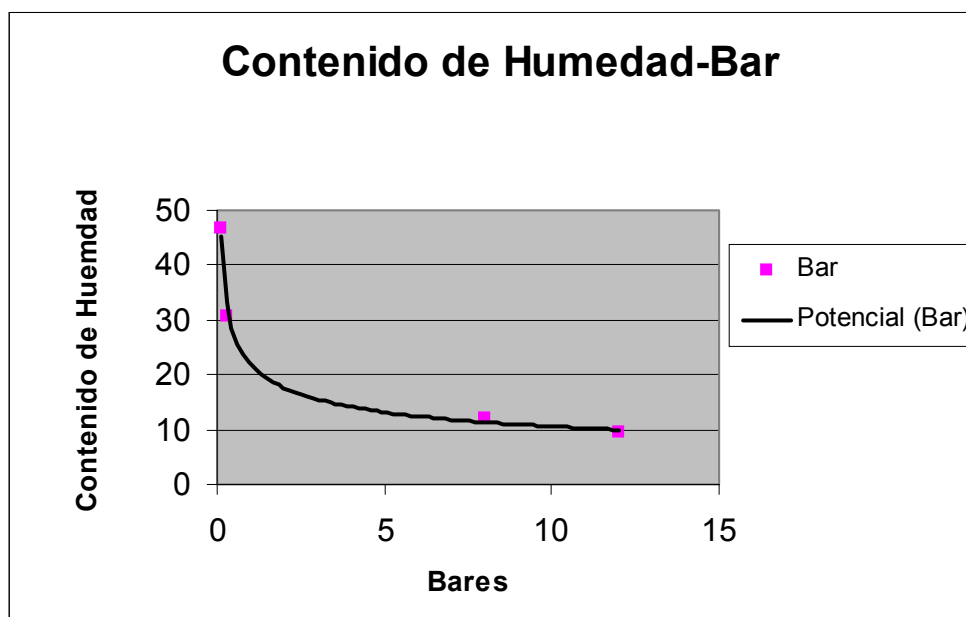
Presión (psi)	Cinta Tyhpoon Gasto en lph	Cinta T-tape Gasto en lph	Cinta Micro-drip Gasto en lph
8	1.50	0.61	1.08
	1.58	0.60	1.01
	1.55	0.60	1.07
	1.57	0.60	1.05
	1.53	0.60	1.03
	1.52	0.60	1.02
	1.51	0.60	1.01
	1.51	0.60	1.00
	1.50	0.60	1.00
	1.49	0.60	0.99
	1.49	0.60	0.99
	1.48	0.60	0.98



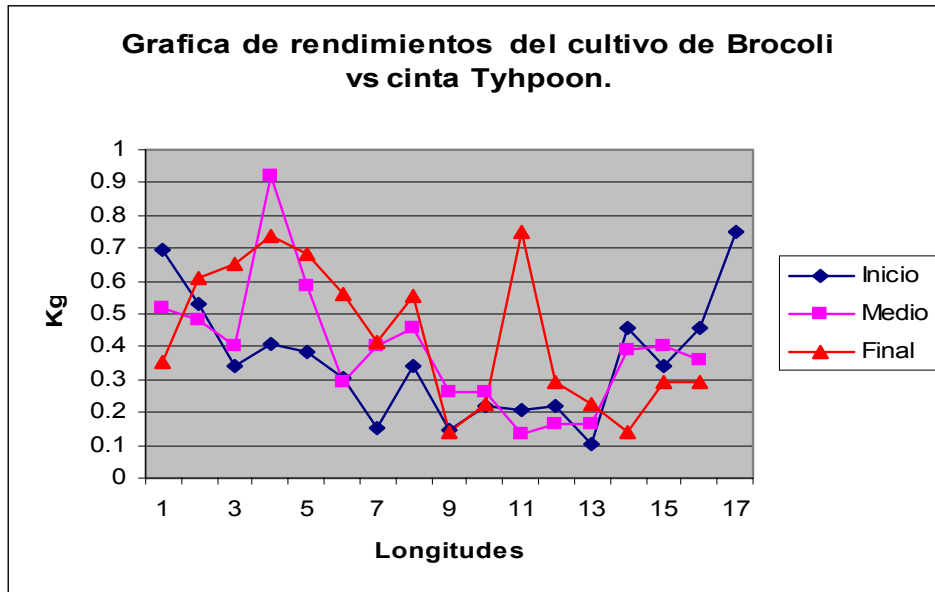
**Figura 13:** Resultados obtenidos al graficar en la evaluación de las tres Cintillas en relación a 8 PSI de presión

**Tabla 7:** Resultados obtenidos del análisis del suelo utilizado en este trabajo.

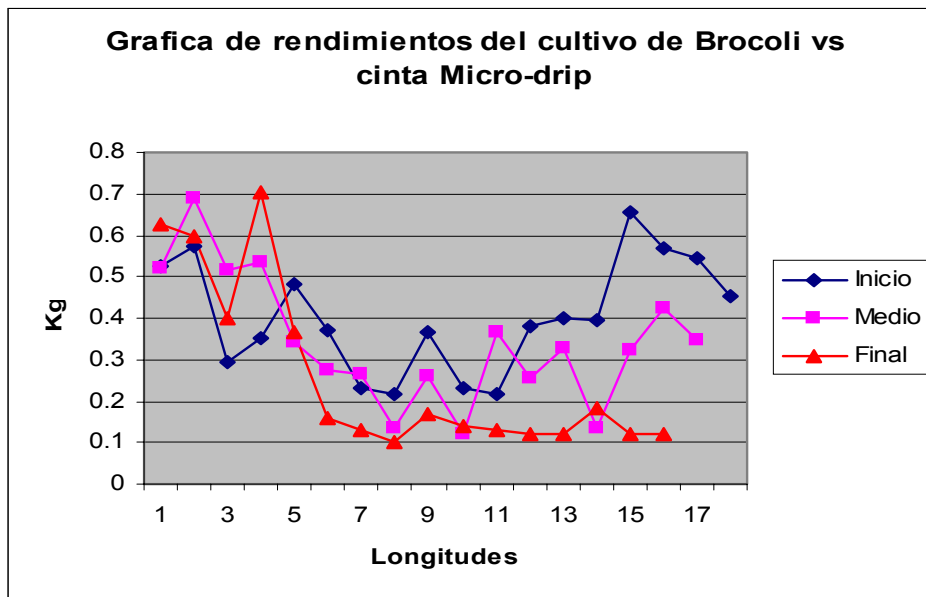
Ph	8.20 Medianamente alcalino
C.E. DS/m	0.65 No Salino
Materia Orgánica	4.01 Extremadamente Rico
Nitrógeno Total %	0.20 Medianamente Rico
Fósforo Kg/Ha	105.75 Muy Rico
Potasio Kg/Ha	+ de 900 Extremadamente Rico
Carbonatos Totales %	53.45 Muy Alto
Arcilla %	26.8
Limo %	30.0
Arena %	43.2
Textura	Migajon



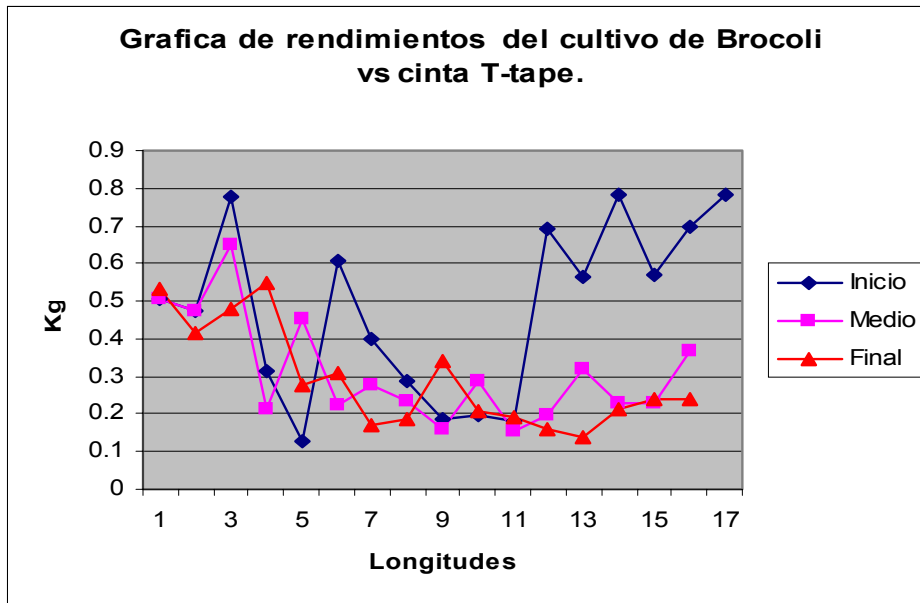
**Figura 14:** Resultados obtenidos del suelo en el laboratorio de raspa.



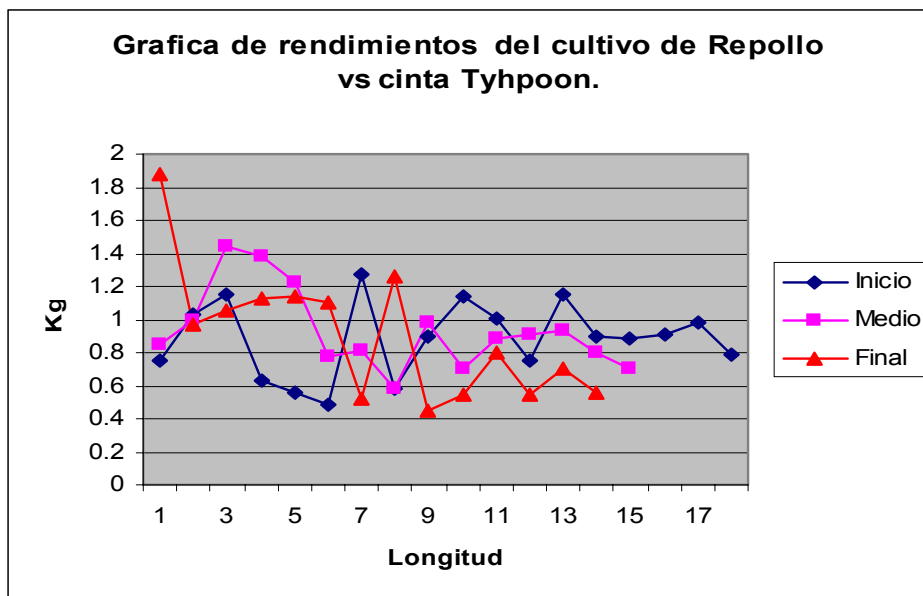
**Figura 15:** Grafica de resultados del rendimiento del brócoli en relación a la cinta Tyhpoon.



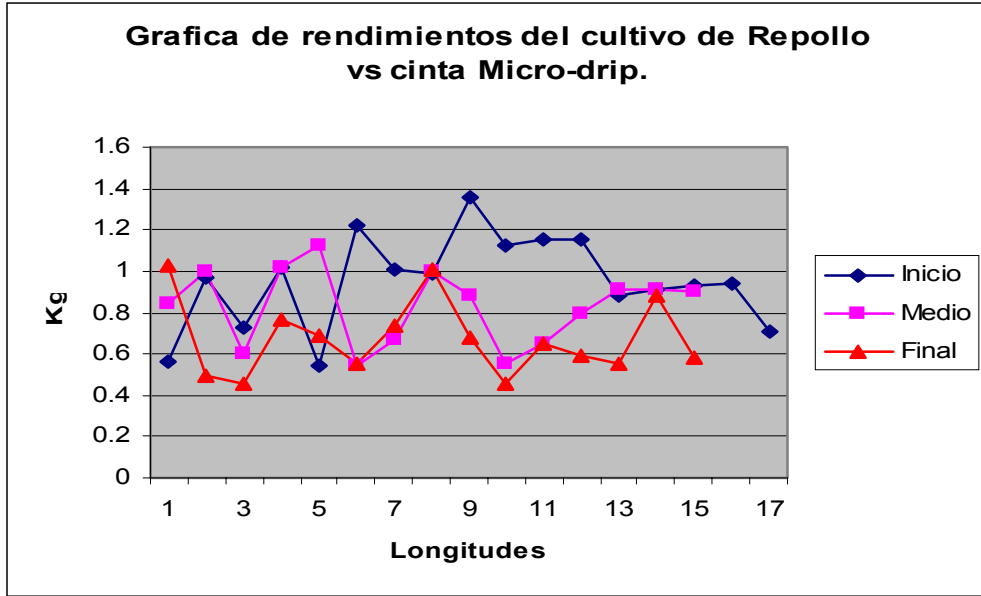
**Figura 16:** Grafica de resultados del rendimiento del brócoli en relación a la cinta Micro-drip



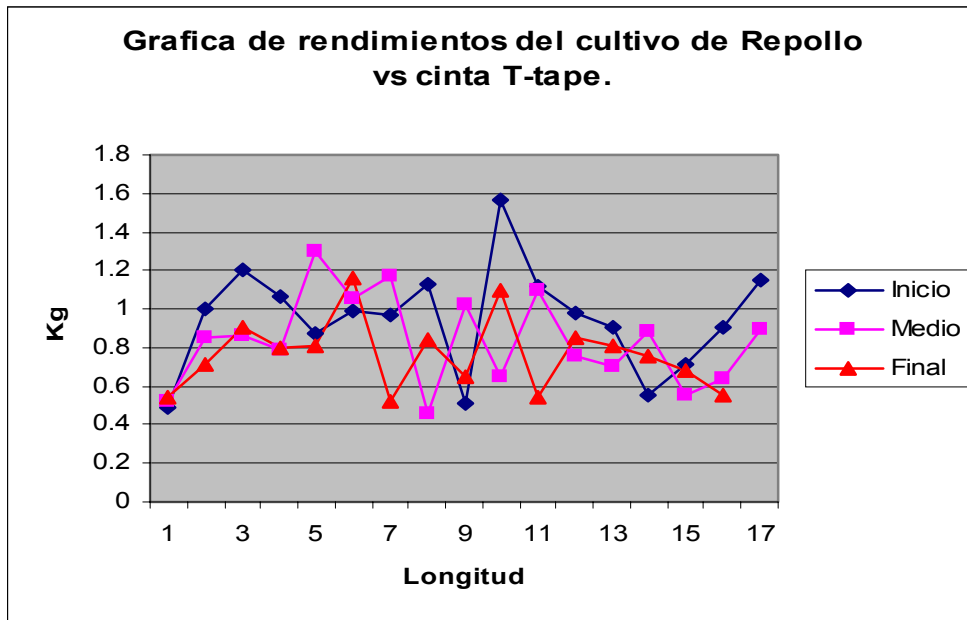
**Figura 17:** Grafica de resultados del rendimiento del brócoli en relación a la cinta T-tape



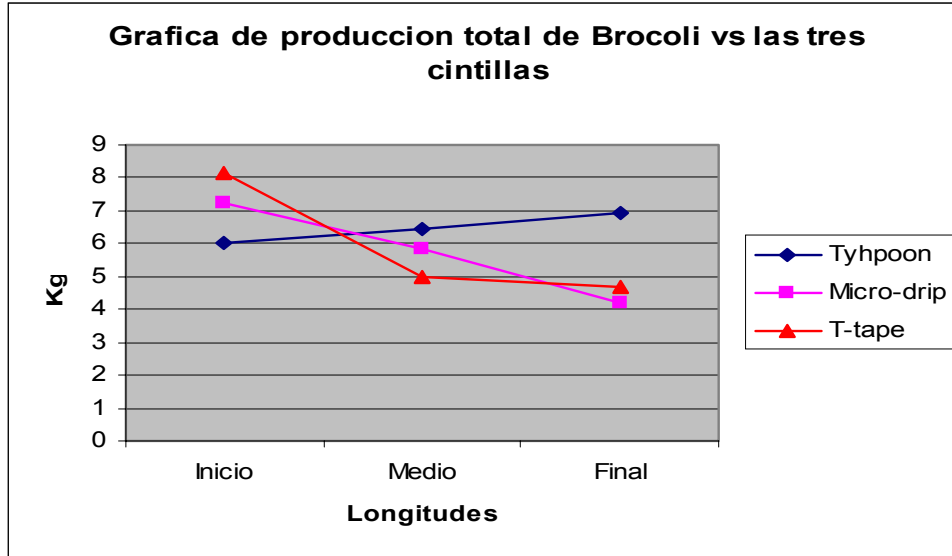
**Figura 18:** Grafica de resultados del rendimiento del repollo en relación a la cinta Tyhpoon.



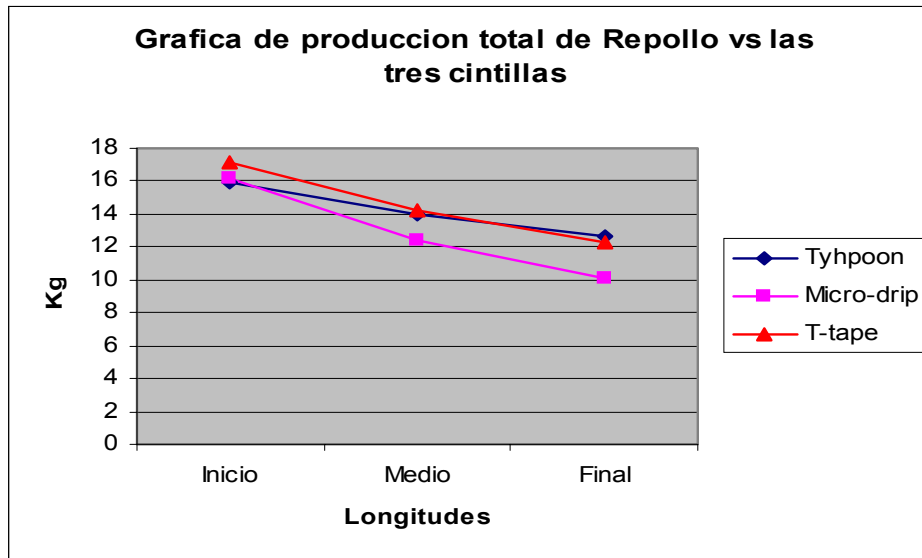
**Figura 19:** Grafica de resultados del rendimiento del repollo en relación a la cinta Micro-drip.



**Figura 20:** Grafica de resultados del rendimiento del repollo en relación a la cinta T-tape.



**Figura 21:** Grafica de resultados de la producción del brócoli en relación A las tres cintillas.



**Figura 22:** Grafica de resultados del la producción del repollo en relación A las tres cintillas.

**Tabla 8:** Resultados obtenidos al final de del experimentó.

<b>Tipo de cintas</b>	<b>Gato total por cintilla</b>	<b>Gasto por cama</b>
Typhoon	6.620m <sup>3</sup>	3.310m <sup>3</sup>
Micro-drip	5.516m <sup>3</sup>	2.758m <sup>3</sup>
T-tape	4.404m <sup>3</sup>	2.202m <sup>3</sup>

$$\frac{19.4029Kg}{3310Lts} = 0.00586Kg / Lt \quad \text{En la cinta Typhoon en cultivo de brócoli.}$$

$$\frac{17.2739Kg}{2758Lts} = 0.00626Kg / Lt \quad \text{En la cinta Micro-drip en cultivo de brócoli}$$

$$\frac{17.7841Kg}{2202Lts} = 0.008076Kg / Lt \quad \text{En la cinta T-tape en cultivo de brócoli}$$

$$\frac{42.5284Kg}{3310Lts} = 0.0128Kg / Lt \quad \text{En la cinta Typhoon en cultivo de repollo.}$$

$$\frac{38.7038Kg}{2758Lts} = 0.0140Kg / Lt \quad \text{En la cinta Micro-drip en cultivo de repollo}$$

$$\frac{43.5790Kg}{2202Lts} = 0.0197Kg / Lt \quad \text{En la cinta T-tape en cultivo de repollo}$$

Se puede observar en los resultados que la cinta t-tape es la mejor ya que tuvo mas rendimiento en los dos cultivos con la misma cantidad de agua aplicada.

## CONCLUSIONES

En conclusión se puede observar que la cinta que tira menos agua es la cinta t- tape y que no afecta las diferentes presiones siempre va a ser la cinta que tire menos agua y la cinta que le sigue es la micro-drip y por ultimo la cinta que tira mas agua es la cinta thypoos también no importando las diferentes presiones siempre su comportamiento en el gasto va a ser mayor como se menciono anteriormente.

Tomando en cuenta que estos dos cultivos tienen aproximadamente casi el mismo gasto en relación a su producción no fue difícil regar en diferentes tiempos ya que se regaban al mismo tiempo con el mismo gasto y con la misma presión y los tensiometros que se ocuparon como indicadores de riego no variaron mucho en los centibares de cada riego en los cultivos.



## **RECOMENDACIONES**

En base a este trabajo realizado con las características utilizadas en este experimento se recomienda la cinta t-tape ya que fue la que mejor dio resultados en relación a la producción de los cultivos de brócoli y repollo tomando en cuenta que también fue la mejor en la demanda de agua.

También en base al trabajo realizado se observó que la cinta t-tape fue muy accesible al trabajo realizado.

## LITERATURA CITADA

Aguilera, C y R. Martínez E. 1996. Relación Agua, Suelo, Atmósfera. 4ª ed. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Allen y Jesen, 1997 citados por el Servicio de Conservación del Suelo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Antecedentes del Cultivo del Brócoli:

<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/broc-oli/corpei.pdf>

Barrera Fuentes Agustín. Diseño del sistema de riego por goteo subterráneo para las áreas verdes de la UAAAN. Tesis de licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Agosto del 2004.

Briones, S.G. 2003 Manual de Prácticas. Cursos de Sistemas de Riego de Baja Presión, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Cárdenas Aguilar Iván. Determinación "in situ" de la conductividad hidráulica de suelos no saturados, mediante el uso de tensiómetros. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México Agosto de 1973.

Cinta de riego t-tape en:

[http://www.degesch.cl/riego\\_t-tape.htm](http://www.degesch.cl/riego_t-tape.htm)

Cintas de Riego en:

[http://www.uralita.com/NR/rdonlyres/ebxwfvwrukmy2tkpm4jeuvvsir3vzoieivrgca6tze2nqxmtsksdwlgstnegftgzhulzsstmxdh62n/ManualURA-T\\_PATHFINDER.pdf](http://www.uralita.com/NR/rdonlyres/ebxwfvwrukmy2tkpm4jeuvvsir3vzoieivrgca6tze2nqxmtsksdwlgstnegftgzhulzsstmxdh62n/ManualURA-T_PATHFINDER.pdf)

Como producir Repollo en:

<http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias/repollo.pdf>

Empresa Netafim en:

<http://www.latinex.com/latinex/html/spanish2/catalog/netafim/netaprod.html#Tuberias%20de%20goteo>

Evapotranspiración en: <http://web.usal.es/~javisan/hidro/temas/T040.pdf>

Evapotranspiración en:

[http://tarwi.lamolina.edu.pe/~echavarri/clase\\_v\\_met\\_evapotranspiracion\\_def.pdf](http://tarwi.lamolina.edu.pe/~echavarri/clase_v_met_evapotranspiracion_def.pdf)  
Guía de estudio de Agronomía en:  
<http://agronomia.uchile.cl/extension/explora2003/files/Gu%EDa%209.pdf>

Gutiérrez Muñoz Justino. Comparación de cinco métodos para la determinación del contenido de Humedad del suelo. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México Julio del 2001.

Índice del Acolchado en:  
<http://www.qro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/DAcolchadoIndice.html>

Índice del Acolchado en:  
<http://www.qro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/DAcolchadoIndice.html>

Introducción al riego por goteo (Netafim)  
Martínez, E.R. 1991, Riego Localizado UACH.Chapingo, México.

Necesidades de Agua en:  
<http://www.chileriego.cl/docs/015-02.doc>

Palacios V.E.1980.Estimación de los Requerimientos de agua de los cultivos para conocer el cuando y cuanto regar. Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.

Relación Agua, Suelo, planta en:  
[http://www.euv.cl/archivos\\_pdf/libros\\_nuevos/suelo\\_agua.pdf](http://www.euv.cl/archivos_pdf/libros_nuevos/suelo_agua.pdf)

Relación Agua, Suelo, Planta en:  
<http://raspa1.inifap.gob.mx/>

Riego Tecnificado en: [http://www.degesch.cl/riego\\_modelo.htm](http://www.degesch.cl/riego_modelo.htm)

Tensiómetros jet fill en:  
<http://www.soilmoisture.com/PDF%20Files/92725SP.pdf>

Tensiómetros jet fill en:  
[http://www.ingenieria-en-riego.com/riego\\_por\\_goteo.htm](http://www.ingenieria-en-riego.com/riego_por_goteo.htm)

Tipo de Goteros en: <http://www.pedrosvillegas.com.ar/goteros.html>

Tipos de Acolchados en:  
<http://www.qro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/DAcolchadoIndice.html#Indice%20de%20acolchado>

Valadez López Artemio. 1998. Producción de Hortalizas. UTEHA.