

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco  
División De Ciencias Biológicas Y De La Salud  
Licenciatura En Agronomía

Termino De Servicio Social

**Apoyo técnico en sistema de riego para la siembra y cultivo de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias de zonas templadas.**

Prestador de servicio social:

Luis Ramón Rosas Martínez

Matrícula: 2132036725

Asesores:

Interno: Andrés Fierro Álvarez

Número Económico: 16755

Externo: Gustavo Mendoza Rivera

Cédula Profesional: 2814590

Lugar de realización: Calle Cedro mazna 41, lote 9, Col: El Molino Tezonco, Del: Iztapalapa.

Fecha de inicio y término:

Del lunes 18 de junio del 2018 al martes 18 de diciembre de 2018.

## ÍNDICE:

1.-Índice-----	pag 2
2.-Resumen-----	pag 3
3.- Introducción-----	pag 4
4.- Marco Teórico-----	pag 5
5.- Objetivos-----	pag 11
6.- Metodología Utilizada-----	pag 12
7.-Actividades realizadas-----	pag 12
8.- Objetivos y metas alcanzadas-----	pag 17
9.-Resultados, discusión y conclusiones-----	pags 17,18,19
10.-Recomendaciones-----	pag 20
11.-Literatura citada-----	pag 20

## RESÚMEN

Existen diferentes maneras de cultivar y producir plantas medicinales, aromáticas y condimentarias, uno de los factores más influyentes en estas plantas y en muchos otros cultivos es la importancia que se le da a el agua, sin agua no hay vida, erróneamente la mayoría de personas pensamos y hacemos un uso indebido del agua, creyendo que entre más agua coloques a una planta crecerá mejor y tendrá una mejor calidad. Las plantas necesitan absorber a través de sus raíces el agua de la tierra, solo así pueden realizar la fotosíntesis y respirar.

El agua está compuesta por dos moléculas de hidrógenos y por una de oxígeno, por lo que literalmente toda la vida respira gracias a ella.

De aquí parte la idea de diseñar un sistema de riego óptimo destinado para la producción de distintas plantas, hace ya unos años se comenzaron a instalar diferentes tipos de riego que con el paso del tiempo se han ido perfeccionando, permitiendo así, su eficiente uso y adaptación al medio ambiente.

Empezando por uno muy famoso llamado riego por rodada hasta lo más actual como lo es el sistema de riego por goteo y riego de lluvia por foggers, estos permiten una focalización exacta en la raíz de la planta y una cantidad necesaria que permite el desarrollo de manera sencilla, las ventajas son bastantes cuando se tiene un sistema así, en ocasiones estos llegan a ser un poco costosos para pequeños productores que aún no se encuentra consolidados o destinan su producción para mercado local o simplemente autoconsumo.

Por ello en esta ocasión reciclamos material de invernaderos o cubiertas plásticas de la localidad de Xochimilco que pagaron por un sistema, pero simplemente no lo trabajan como se debe, hicimos la comparación de producciones anteriores con la más actual en la que ya se incluye el sistema de riego, con ello sabremos que tan eficiente puede llegar a ser un sistema y que calidad podemos obtener al implementar uno en nuestras plantas.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas aromáticas y medicinales, son un gran y diverso grupo de especies botánicas, cada una de ellas con unas características biológicas propias y una adaptación diferenciada a las condiciones de clima y suelo. En los últimos años la demanda de estas especies y los productos derivados de ellas, tanto en el mercado nacional como internacional, está experimentando un aumento constante. (Lange, 2006).

El hombre ha encontrado en las plantas el aliado preciso para obtener su alimento, su vestido y el remedio a sus enfermedades. Hoy día se busca optimizar los usos de las materias primas obtenidas de las plantas aromáticas, medicinales y condimentarias, en la industria agrícola, farmacológica y alimentaria. (Calle A. 1998)

El consumo de hierbas medicinales y aromáticas es tradicional y generalizado, noción amplia del uso y las propiedades de las plantas nativas e hicieron de ello una aplicación adecuada para la prevención y el tratamiento de varias enfermedades que afectan al hombre.

Sin embargo, el cultivo de plantas medicinales y aromáticas es todavía incipiente, siendo la forma de explotación la extractiva, realizada principalmente por personas desempleadas del campo y de las zonas periurbanas, que se dedican a extraer las plantas de los campos y bosques para su comercialización, realizada principalmente en los mercados y sus alrededores.

La poca producción a nivel comercial se debe, entre otros factores, al desconocimiento de la forma de producción y la falta de capacitación en el manejo del cultivo por los productores y los técnicos que otorgan asistencia técnica del sector público y privado, entre estos factores uno de los más importantes para llevar a cabo la producción “uso correcto del agua” el cual no se lleva a cabo y por ellos a la hora de comercializar el producto este no cuenta con la calidad que se requiere y su precio disminuye considerablemente, lo que se vuelve en ocasiones una producción no rentable para productores que invierten en plantas tanto medicinales, aromáticas y condimentarias.

Un sistema es un conjunto de elementos que interactúan para lograr un objetivo en común. En un sistema de riego agrícola, la interacción colectiva de cada una de las partes que lo integran tiene el propósito único de llevar agua a los cultivos.

Instalar un sistema de riego significa invertir una cantidad monetaria a los cultivos. Por el valor económico que éstos representan, es preferible no escatimar en costos, pues el uso de un elemento que no cubra los requerimientos necesarios puede afectar el funcionamiento de todos los demás.

Es básico crear mecanismos sostenibles en términos ambientales y sociales que permitan aprovechar este escenario promisorio, sin menoscabar los recursos, logrando así desarrollo y mayor riqueza en las sociedades, además del reconocimiento de la biodiversidad.

## MARCO TEÓRICO

Casi el 76% del agua disponible para consumo humano se destina a la producción de alimentos. No obstante, la eficiencia en el uso del agua en este sector es apenas del 46%. Estos datos, por sí solos alarmantes, deben llamar la atención para impulsar la adopción de prácticas y tecnologías destinadas a reducir la cantidad de agua utilizada y aumentar la eficiencia en su consumo.

En México, la superficie agrícola total es mayor a 27 millones de hectáreas, de las cuales se siembran aproximadamente 22 millones en un año agrícola; de éstas, sólo 6.5 millones cuentan con algún sistema de riego, y en ellas se obtiene más de la mitad de la producción agrícola nacional, ya que una hectárea con riego puede ser tres veces más productiva, que una de temporal.

Existen distintas maneras de aplicar el agua a las plantas:

Presurizado: que a su vez tiene dos variantes:

A) Riego por aspersión. Una de las características fundamentales de este sistema es que requiere generalmente de agua a presión por bombeo. El agua es conducida a través de una red de tuberías cuya longitud depende de la

dimensión y la configuración del terreno a regar y sale por aspersores que aplican el agua en forma de lluvia. Debido a sus características de instalación existen múltiples variantes del riego por aspersión, pero se pueden clasificar en: Estacionarios o de desplazamiento continuo. Su eficiencia de aplicación es del 80-85%. Entre sus inconvenientes se puede señalar que depende de las condiciones de viento para tener una distribución eficiente, además de los altos costos de instalación y mantenimiento

B) Riego por microaspersión o por goteo: estos sistemas, a pesar de aplicar el agua de manera distinta, uno como una pequeña lluvia al pie del planta, y otro con un goteo constante y dosificado en cada planta, comparten la característica de que además de contar con un sistema de bombeo que dote de presión al agua, requieren de un equipo de filtración eficiente que depure las partículas sólidas presentes en el agua antes de hacerla circular por la red de tuberías y mangueras, a fin de evitar que los microaspersores o los goteros se tapen. La eficiencia de aplicación del agua por medio de estos sistemas puede alcanzar hasta un 95%, son ideales para practicar técnicas de fertirrigación (fertilizantes disueltos en el agua de riego), con lo que se eleva la productividad de la parcela. [FCEA, 2017. Agua en México. Un prontuario para la correcta toma de decisiones](#)

Se define el caudal Q como el volumen de agua (V, medido en litros o m<sup>3</sup>) que pasa por una sección transversal conocida de un río, corriente o tubería en un tiempo determinado t.

$$Q= V/t$$

El caudal se expresará por lo tanto en litros por segundo (L/s) o metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s).

(Manual práctico para diseños de sistemas de riego. [FAO\) http://www.fao.org/3/a-at787s.pdf](http://www.fao.org/3/a-at787s.pdf)

Diseño de sistema de riego

**1. Dibujar un plano de la planta del predio y copiarlo en una hoja cuadrículada.**

2. Seleccionar los difusores y aspersores teniendo en cuenta la superficie a regar.
3. Medir la presión y el caudal disponible en el predio.
4. Dividir el sistema de riego en varios circuitos independientes.

#### Material y herramientas

- hoja de papel en blanco
- hoja de papel cuadriculada
- cinta métrica
- lápiz
- dos compases
- rotulador
- regla
- goma de borrar
- manómetro

#### 1. Dibujar el predio

1. Tomar todas las medidas de las zonas o en el caso las plantas que se requiera regar.
2. Dibuja un croquis del predio, incluyendo la ubicación del lugar y los límites de la parcela.
3. Indica las zonas que quieres regar y las que no. Presta atención a las plantas altas u otros posibles obstáculos que puedan impedir la correcta distribución del agua.
4. Cuando se complete el croquis, dibújalo con cuidado y detalle en una hoja de papel cuadriculado, respetando las medidas que hayas tomado con la máxima exactitud posible.

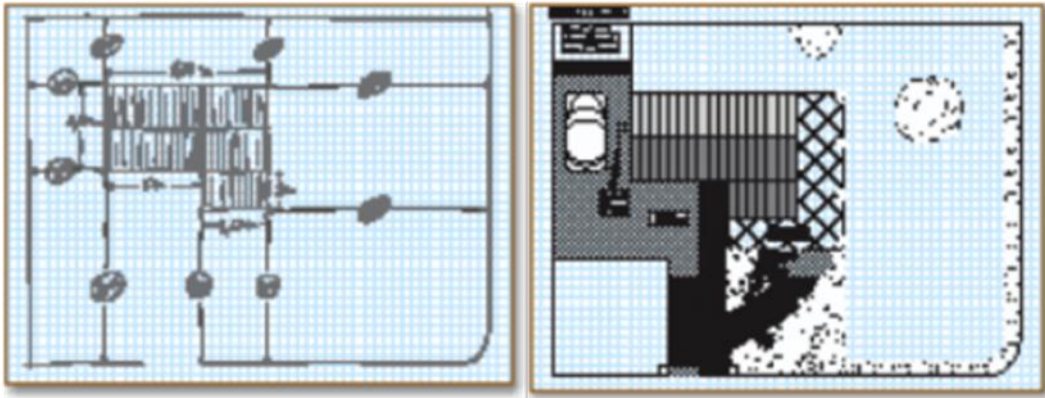
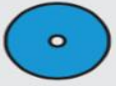



Figura 1 y 2. Ejemplos de diseño de sistema de riego

## 2. Elección de los emisores, difusores y aspersores:

Los emisores se eligen teniendo en cuenta sus capacidades de alcance y de caudal. Para conseguir una cobertura uniforme los alcances de los emisores deben solaparse, es decir, deben regar uno encima de otro la misma zona. La distancia ideal entre los emisores es la del radio de alcance que tienen. Este dato suele estar indicado en una tabla de características incluida en el producto.

Serie 10 MPR			SIST. MÉTRICO			
<i>Trayectoria de 15°</i>						
Boquilla	Presión bares	Radio m	Caudal m <sup>3</sup> /h	Caudal l/m	Precip mm/h	Precip mm/h
10F 	1.0	2.1	0.26	4.2	58	67
	1.5	2.4	0.29	4.8	50	58
	2.0	3.0	0.35	6.0	39	45
	2.1	3.1	0.36	6.0	37	43
10H 	1.0	2.1	0.13	2.4	58	67
	1.5	2.4	0.14	2.4	50	58
	2.0	3.0	0.18	3.0	39	45
	2.1	3.1	0.18	3.0	37	43

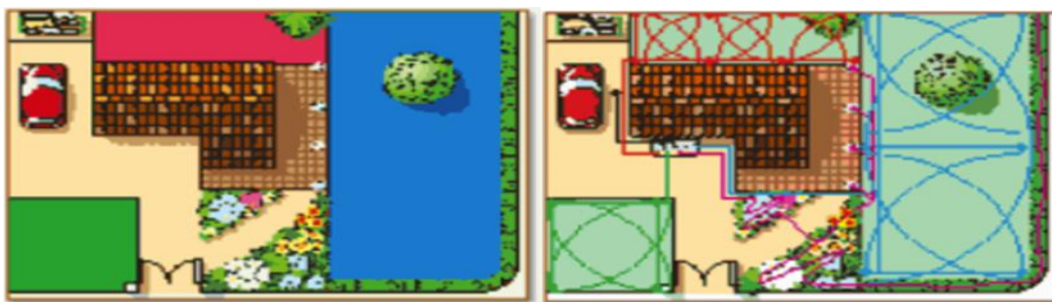


Figura 3,4 y 5. Cuadro de emisores y zonas a regar con ayuda de diseño.



### 3. Medir la presión y el caudal disponibles del lugar.

La presión se mide en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) o en bares. Puedes medirla colocando un manómetro en la toma de agua que quieres utilizar para el riego. Un riego adecuado requiere al menos  $2 \text{ kg}/\text{cm}^2$  (2 bares) de presión. El caudal se mide en metros cúbicos por hora ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) y viene indicado en el contrato de la compañía del agua, para comprobarlo utiliza la toma de agua más cercana al contador para llenar un cubo de 10L de agua y mide el tiempo en segundos que tarda en llenarse.



### 4. Distribución y sectorización del circuito

Solo en caso de contar con un predio pequeño es posible que no cuentes con el caudal de agua suficiente como para regar simultáneamente todo el espacio. Por lo tanto, es importante y necesario dividir el sistema de riego en varios sectores independientes.

Cada sector deberá contar con una tubería propia para que pueda funcionar con independencia de los demás. Cada uno de los circuitos deberá estar controlado por una electroválvula y un programador. Puedes controlar de forma manual el riego con llaves de corte, pero es una opción poco aconsejable.

electroválvulas funcionarán sucesivamente, es decir, una detrás de la otra.



## **Fórmula de cálculo**

Ahora te mostramos la fórmula que debes aplicar para saber en cuantas zonas o sectores (con sus circuitos independientes) necesitarás dividir el espacio a regar.

Número de sectores = caudal total necesario/caudal disponible en vivienda

Puedes calcular el caudal total necesario conociendo cuánta agua necesita cada emisor y sumándolo. Esta información también la encontrarás en la tabla de características que incluye cada producto, como hemos comentado anteriormente.

**Plantas medicinales:** Aquellas plantas que contienen unos productos llamados principios activos. Su utilización es farmacológica en la elaboración de drogas o medicinas para aliviar enfermedades. Igualmente las plantas llamadas apícolas, melíferas o poliníferas son medicinales, ya que permiten que las abejas recojan el pólen y néctar para su colmena y puedan producir miel.

**Plantas aromáticas:** Aquellas que pueden generar por algún proceso físico-químico, un producto aromático, es decir, aquellos que tienen un olor o sabor determinado. Los aceites esenciales hacen parte del metabolismo de estas plantas, dándoles características oloríficas.

**Plantas condimentarías:** Aquellas que se usan por sus características organolépticas en alimentos o bebidas, ya que proporcionan olor, sabor y aroma. Las más usadas son: cilantro, perejil, tomillo, albahaca, laurel, menta, orégano, ajo, anís, azafrán, comino, vainilla, romero, salvia. (Plantas medicinales, aromáticas y condimentarías).

**División de Plantas:** la división de las plantas es una técnica de propagación sencilla y la más rápida para obtener nuevos ejemplares. Se puede practicar en especies que hayan ramificado bien por abajo, que tengan muchos brotes desde la base del suelo. Consiste en dividir cepellón de tierra y raíces en 2 o más trozos. Las partes divididas serán plantas completas listas para replantar en tierra o macetas. ([SAGyPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación](#))

(Plantas Medicinales y Aromáticas, Ministerio de Agricultura, Fundación para la innovación agraria. Buenos Aires, 2009.)

### **Necesidades de las plantas medicinales, aromáticas y condimentarias.**

Temperatura: en muchos casos se ha visto una relación directa entre temperatura alta y acumulación de sustancias activas el máximo contenido en aceite esencial se da a una temperatura constante de 25°C. También se ha visto que la menta produce mayor cantidad de aceite esencial a temperaturas altas, pudiéndose incrementar el rendimiento en aceite si se aumenta la temperatura de 2 a 3°C unos días antes de la cosecha. En general se puede decir que la formación de esencia es más alta a medida que aumenta la temperatura. Aunque las respuestas son muy específicas de cada especie.

Humedad: la relación entre los productos metabólicos y el agua depende de cada especie, aunque en términos generales, el riego incrementa la producción de biomasa y por lo tanto la cantidad total de principios activos.

Sistema de Riego y Fertilización: la relación entre aportación de nutrientes y la producción de principios activos depende básicamente de la parte de la planta que produce estos principios y también del tipo de sustancia química de que se trate. La fertilización nitrogenada está directamente ligada a la generación de alcaloides. Los riegos pueden ser rotados en el transcurso del día esto permitirá que la planta durante las 24 hrs se mantenga húmeda, los riegos se darán aproximadamente de 1 a 5 min aproximadamente esto dependiendo del tipo de planta y de las condiciones ambientales.

### **OBJETIVOS**

- Diseñar y poner en marcha un sistema de riego por goteo para la producción de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias (menta, lavanda, salvia, tomillo, romero), que ayude al predio y a pequeños productores a obtener un óptimo desarrollo en su producción y un uso adecuado del agua.
- Concluir mi servicio social en el tiempo marcado.

## MÉTODOLOGÍA UTILIZADA

- Método observacional: revisión y ordenamiento del lugar
- Método cuantitativo: conteo de plantas existentes y manejo de ellas.
- Conservación de naturaleza y paisaje.
- Inversión de ciencia y tecnología
- Gestión del agua.

## ACTIVIDADES REALIZADAS

MES	DEL 18 AL 22 DE JUNIO	DEL 25 AL 29 DE JUNIO	DEL 2 AL 6 DE JULIO	DEL 9 AL 13 DE JULIO	HORAS POR MES.
JUNIO A JULIO	Identificación del terreno y trabajos de deshierbe. El predio en el cual se trabajara en épocas de lluvia tiende a crecer maleza alrededor del terreno para tener un buen desarrollo y trabajar con limpieza es necesarios realizar trabajos de poda y	Mantenimiento de plantas previas del terreno. El terreno cuenta con plantas aromáticas, condimentarias y medicinales a las cuales hay que darles un mantenimiento para su producción.	Despunte de plantas. Una vez concluido el deshierbe comenzaremos con el despunte de cada una de las plantas para facilitar su crecimiento y mejorar la calidad.	Control de malas hiervas con buenas prácticas. En el predio no se usa ningún tipo de agroquímicos o cosas por el estilo que lleguen a afectar tanto a la planta como el personal así que el trabajo de servicio social que se hará será completamente orgánico.	80 horas

	deshierbe.				
<b>MES</b>	<b>DEL 16 AL 20 DE JULIO</b>	<b>DEL 23 AL 27 DE JULIO</b>	<b>DEL 30 DE JULIO AL 3 DE AGOSTO</b>	<b>DEL 6 AL 10 DE AGOSTO</b>	<b>HORAS POR MES</b>
<b>JULIO A AGOSTO</b>	Identificación de componentes para el sistema de riego. Con un método observacional identificaremos los materiales y recursos necesarios para poder realizar la instalación del sistema de riego.	Prototipo de diseño y estructura del sistema de riego. Con ayuda de un plano haremos un prototipo de sistema de riego como borrador y otro para el personal que se encuentra laborando en el lugar.	Una vez realizado el prototipo haremos una cotización de los materiales que se requieren, cabe mencionar que no todo será comprado ya que hay empresas o predios en los que ya no se ocupan algunos equipos de riego.	Visita a empresas y predios dedicados a la producción y venta de sistemas de riego para facilitar la adquisición de los materiales.  Con el objetivo de mejorar la producción y hacer el menor de gastos posibles.	80 horas
<b>MES</b>	<b>DEL 13 AL 17 DE AGOSTO</b>	<b>DEL 20 AL 24 DE AGOSTO</b>	<b>DEL 27 AL 31 DE AGOSTO</b>	<b>DEL 3 AL 7 DE SEPTIEMBRE</b>	<b>HORAS POR MES</b>
<b>AGOSTO A SEPTIEMBRE</b>	Recolección de sustrato orgánico para el llenado de macetas sobrantes,	Realización de caldos minerales orgánicos para la prevención de plagas y	Reunión con productores de zonas aledañas que tengan la misma variedad de plantas con	Puesta en marcha y revisión de caldos minerales, se realizarán sesiones	80 horas

	hojarasca, tierra lama, y desperdicios como fruta y otro tipo de alimentos degradables que favorezcan al sustrato.	enfermedades, caldo bordeles, caldo sulfocálcico y con el paso de las semanas se irán implementando otros caldos dependiendo las necesidades de las plantas.	el fin de explicar la importancia y el manejo de los caldos, se realizarán los caldos en el predio y se hará la invitación al personal.	fotográficas e informes en bitácoras con el fin de tener relación de lo avanzado en el predio, así podremos hacer una comparativa de producciones pasadas con las de hoy en día.	
<b>MES</b>	<b>DEL 10 AL 14 DE SEPTIEMBRE</b>	<b>DEL 17 AL 21 DE SEPTIEMBRE</b>	<b>DEL 24 AL 28 DE SEPTIEMBRE</b>	<b>DEL 1 AL 5 DE OCTUBRE</b>	<b>HORAS POR MES</b>
<b>SEPTIEMBRE A OCTUBRE</b>	Plática sobre la importancia y los factores más importantes sobre el agua, el cuidado y uso adecuado de ella, que beneficios otorga un sistema de riego en comparación de otros tipos y maneras de regar.	Revisión de material que se utilizará en el predio para la implementación del sistema, para evitar posibles fugas y tener el mejor uso del sistema. Así como el contero de cada uno de los materiales adquiridos.	Acomodo de las plantas y trabajo en el predio para poder realizar la instalación del sistema y que no haya obstáculo alguno que nos impida una fácil realización de este, con ayuda de mapas y croquis sabremos cómo hacer una instalación	Instalación del sistema de riego, colocación de tubería de pvc, mangueras, mangueras por goteo, goteros, y donde se requiera microaspersores, solo como parte de práctica y prueba, cuando se necesite se ocupará.  NOTA: No se probará el	80 horas

			sencilla de manera que los presentes puedan apreciar el trabajo desarrollado.	sistema hasta la semana siguiente.	
MES	DEL 8 AL 12 DE OCTUBRE	DEL 15 AL 19 DE OCTUBRE	DEL 22 AL 26 DE OCTUBRE	DEL 29 DE OCTUBRE AL 2 DE NOVIEMBRE	HORAS POR MES
OCTUBRE A NOVIEMBRE	Activación del sistema con alquiler de pipa de agua, con el objetivo de verificar que el sistema se haya instalado correctamente y evitar fugas. Comenzar haciendo el cálculo del porcentaje de agua que obtendrá cada planta.	Comienza la revisión del sistema.	Resolviendo detalles del sistema, que todo se encuentre en orden y que las plantas reciban la cantidad suficiente.	Mantenimiento del sistema.	80 horas

MES	DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE	DEL 12 AL 16 DE NOVIEMBRE	DEL 19 AL 23 DE NOVIEMBRE	DEL 26 AL 30 DE NOVIEMBRE	HORAS POR MES
NOVIEMBRE A DICIEMBRE	Desarrollo vegetativo de cada planta una vez transcurridas semanas de la activación	Con ayuda de bitácora se irán haciendo comparaciones con producciones anteriores.	De manera general los goteros o mangueras que se encuentren en mal estado, suplirlos por nuevos o sino de mejor calidad.	Pruebas de sistema, labores de deshierbe y despunte.	
MES	DEL 3 AL 7 DE DICIEMBRE	DEL 10 AL 14 DE DICIEMBRE	17 Y 18 DE DICIEMBRE		HORAS POR MES
DICIEMBRE	El sistema ha logrado cumplir con lo esperado.	Lista de gastos totales y entrega de bitácora a productores con el fin de consolidar su propio sistema.	Los resultados obtenidos se muestran a continuación de manera general podemos decir que el diseño de sistema de riego es todo un éxito y podrá ser utilizado por productores que quieran consolidarse.		80 horas



## OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS

- Implementar un sistema de riego por goteo y nebulización para el óptimo desarrollo del predio y que sirva como ejemplo para pequeños productores cercanos.
- El diseño de sistema de riego fue puesto en marcha y comprobamos que utilizar la cantidad suficiente tanto para plantas como para cualquier cultivo, ofrece un mejor rendimiento y mejor calidad de producción.

## RESULTADOS

El período de prueba del sistema de riego fue de aproximadamente 1 mes y se realizó el registro de la información de cada riego para cada una de las estrategias.

<b>Producción con sistema de riego</b>	<b>Ventajas</b>
La aplicación del agua se realizó en riegos manuales (fertirrigación, cuando no se necesitaba agua pero existió la demanda del fertilizante, que ocurrió cuando hubo lluvia) y automático (que consistió en un riego inicio, fertirrigación y riego complementario).	<ul style="list-style-type: none"><li>- Permite un crecimiento adecuado del sistema de raíces</li><li>- Puede mantener una humedad casi constante renovando continuamente el volumen de agua que se gasta por el proceso de evapotranspiración.</li><li>- Permite la aplicación de fertilizantes en el agua de riego. Esto garantiza una mayor disponibilidad de nutrientes a la zona de raíces.</li><li>- No se moja todo el suelo de la parcela, sino únicamente la hilera donde está sembrado el cultivo. Esta es una ventaja importante para reducir la posible aparición de maleza.</li><li>- Disminuye el gasto de agua y la eficiencia del uso del agua se incrementa notablemente.</li><li>- Aunque se esté realizando el riego, pueden realizarse otras labores de cultivo como podas, entutorado y aplicación agroquímicos. Actividades que no pueden realizarse simultáneamente cuando se utiliza el riego por gravedad o aspersión.</li><li>- Se adapta a terrenos rocosos o con pendientes.</li></ul>
Riego en función del lisímetro: bajo	<b>Desventajas</b>

<p>esta estrategia se realizó una lamina de riego total de 350.0 mm (en 30 riegos, 13 manuales y 17 automáticos). En los riegos manuales se aplicó 1 252.8 L de agua (en 342.6 min) y en los automáticos 3 365.5 L de agua (en 920.0 min) que representó una lamina de 172.8 mm. El resto de la lamina fue por aporte de la precipitación efectiva de 177.2 mm.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las desventajas más importantes de éste método de riego es que el sistema de goteo puede taparse si no se filtra el agua correctamente</li> <li>- Además, la inversión inicial es alta y es indispensable contar con personal técnico capacitado para el diseño. Así como la su correcta instalación.</li> <li>- Los costos de instalación y diseño son elevados.</li> </ul>
<p>Riego en función del sensor de humedad TDR: bajo esta estrategia se realizó una lamina de riego total de 329.3 mm (en 34 riegos, 16 manuales y 18 automáticos). En los riegos manuales se aplicó 1 509.2 L de agua (en 412.7 min) y en los automáticos 2 726.3 L de agua (en 743.0 min) que representó una lamina de 152.1 mm. El resto de la lamina fue por aporte de la precipitación efectiva de 177.2 mm .</p>	
<p>Riego en función del balance hídrico climático: bajo esta estrategia se realizó una lamina de riego total de 329.3 mm (en 29 riegos, 12 manuales y 17 automáticos). En los riegos manuales se aplicó 1 155.0 L de agua (en 315.8 min) y en los automáticos 3 410.8 L de agua (en 926.0 min) que representó una lamina de 163.0 mm. El resto de la lamina fue por aporte de la precipitación efectiva de 1 77.2 mm</p>	

## DISCUSIÓN

A partir de la información recolectada de las plantas y de los suelos, se hace un balance hídrico. Se parte de la información del obtenida: se calculan la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, a partir de los cuales se determina la humedad aprovechable, usando la densidad aparente y la profundidad (como una función del crecimiento radicular de las plantas). Para el cálculo del balance hídrico se parte de la humedad inicial del suelo, haciendo uso de la ecuación (1). Se activa el riego si el contenido de humedad resulta menor que un nivel de humedad definido previamente por el usuario (que dentro del software se define

por la función de abatimiento permisible). Periódicamente, en intervalos definidos en el sistema, se realiza la recuperación de datos, almacenamiento, cálculos necesarios para cada cultivo y la toma de decisiones para regar.

Los datos almacenados en la base de datos permiten revisar los datos actuales, los anteriores o bien hacer una consulta de alguna variable meteorológica. La consulta comienza por la selección de una variable y a continuación se especifican los criterios de búsqueda (con los operadores mayor, menor, o igual que un valor), en un periodo determinado.

## CONCLUSIONES

El diseño que se desarrollo para la implementación de un sistema de riego en tiempo real aplicó de manera puntual los requerimientos hídricos en tiempo y cantidad para la producción de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias por lo que constituye una herramienta que puede usarse para el manejo y control del riego.

La integración de información (meteorológica, cultivo, suelo, geográfica y algoritmos), de acuerdo a lo programado dentro del sistema de riego, lo que permitió el correcto manejo y control, de las estrategias. La programación modular y estructurada del programa, permitió la fácil inserción de diversos algoritmos y alimentación de información (meteorológicos, cultivo, suelo, geográficos) necesaria dentro del programa (software), indispensables para la estimación objetiva del riego para el cultivo.

El monitoreo continuo durante la prueba del sistema de riego y se logro dar un seguimiento puntual al estado del sistema, de cada estrategia de riego y de los puertos de control en tiempo real.

Se comprobó que el control del riego se puede realizar de manera automática en tiempo real mediante el uso de diversas tecnologías de información, tal como lo demostró el funcionamiento del sistema.

Se logró encender/apagar el que posibilita la automatización del riego, en tiempo real, a partir de variables de suelo, clima y cultivo, con el fin de alcanzar una mayor eficiencia en la aplicación del limitado recurso agua.

## RECOMENDACIONES

Una vez que se ha puesto en marcha el funcionamiento del sistema es importante revisar con frecuencia los cálculos realizados para la exactitud de datos en cuestión a los riegos que recibirá cada planta. De igual manera contar con material extra es vital para cualquier imperfección del sistema como en ocasiones sucede con el taponamiento de goteros o ruptura de mangueras o tubería de pvc.

El controlador automático necesita estar en un lugar resguardado con el fin de que no reciba agua de lluvia o cualquier factor que altere su correcto funcionamiento. Contar con pilas recargables para las descargas de luz, esto permitirá que el sistema siga trabajando sin interrupciones.

Dar mantenimiento al sistema y verificar las fuentes de agua.

## LITERATURA CITADA

- FCEA, 2017. Agua en México. Un prontuario para la correcta toma de decisiones
- SAGyPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación
- FIDA / UNOPS, Estudio del mercado regional e internacional de plantas medicinales e insumos para fitoterápicos. Junio,2006
- Plantas Medicinales y Aromáticas, Ministerio de Agricultura, Fundación para la innovación agraria. Buenos Aires, 2009.
- Manual práctico para diseños de sistemas de riego, FAO

### Sitios web consultados

- Agroalimentos Argentinos II, Aromaticos, AACREA.
- Plantas medicinales, aromáticas y condimentarías.
- Plantas medicinales y aromáticas; una alternativa de producción comercial.