

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE.**



**TECNOLOGIAS SUSTENTABLES PARA LA PRODUCCION DEL CULTIVO DE  
MELON**

**POR:**

**FAUSTINO LINARES MEDINA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACIÓN**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, MARZO DE 2009**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERIA**

**TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES PARA LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE  
MELON**

TESIS

Presentada por:

**FAUSTINO LINARES MEDINA**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

APROBADO POR:

**ASESOR PRINCIPAL**



**MC. Lindolfo Rojas Peña**

**ASESOR EXTERNO**



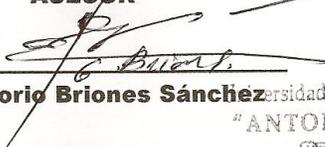
**Dr. Juan Manuel Covarrubias Ramirez**

**ASESOR**



**MC. Rolando Sandino Salazar**

**ASESOR**



**MC. Gregorio Briones Sánchez** Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERIA**



**Dr. Raúl Rodríguez García**



Coordinación de  
Ingeniería

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo 2009**

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios:*

Por haberme dado la oportunidad de realizar el sueño que siempre tuve y por acompañarme en todo momento y no abandonarme nunca en todos los momentos buenos y malos de mi vida. El cual agradezco de todo corazón.

*A mis Padres:*

La personas más importante de mi vida, por haberme enseñado a creer siempre en mí, apoyarme siempre, y haber tenido fe en mí en todo momento.

*A mis hermanos:*

Lauriano, Armando, Magdalena, y Humero Linares Medina; por su apoyo incondicional económicamente, tanto como psicológico. Dándome consejos para poder seguir adelante en los momentos más tristes de mi vida, siendo apoyo en todo momento, por lo cual agradezco cada uno de los sacrificios que hicieron cada uno de ellos para que yo pudiese lograr el sueño que siempre tuve en la vida.

*A mis profesores:*

Dr. Alejandro Zermeño González, M.C. Sergio Garza Vara, Dr. Juan Manuel Covarrubias Ramírez, etc.

Por haberme brindado un poco de sus conocimientos, los cuales me servirán mucho en la vida profesional.

Al Dr. Raúl Rodríguez García por haber corregido el rumbo de mi vida y enseñarme que todo es posible en esta vida si uno lo quiere.

*A mis amigos:*

Al Ing. Antonio Flores Hernández, por haberme enseñado que todos los sacrificios que se hacen en la vida valen la pena, y no hay barrera alguna para poder alcanzar nuestros sueños.

*A todos mis amigos:*

A todas aquellas personas que me brindaron apoyo en todo momento y siempre me enseñaron a ver todo hacia delante y a disfrutar la vida con todos los momentos de felicidad que vivimos juntos en las buenas y en las malas.

*A: Mi universidad UAAAN*

Por haberme cobijado durante cinco años, y haberme apoyado al logro de mi sueños, lo cual agradezco con todo el corazón, esos momentos de felicidad y tristeza de la cual ella fue testigo, mis sinceros agradecimientos.

*Al Dr. Horacio Mata Vázquez:*

Por enseñarme y darme la oportunidad de superarme como profesionalista y guiarme durante todo el proceso de mi formación, y lo más importante aconsejarme acerca de la vida, haciéndome entender que todo en la vida tiene un sacrificio para el logro de los sueños.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mí “Alma Terra Mater”.*

Por ser mi casa de estudios durante 5 años y permitir realizar aquí un sueño más como estudiante, para lograr ser un profesional, por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos para mi formación como Ingeniero Agrónomo Especialista en Irrigación, pero sobre todo por brindarme los momentos más importantes en mi carrera como estudiante, los cuales nunca voy a olvidar.

*Al Dr. Juan. Manuel Covarrubias Ramírez, MC. Gregorio Briones Sánchez, Ing. Héctor Verduco Zertuche, M.C. Sergio Garza Vara.*

Por su amistad y sus valiosas asesorías que me brindaron, para con ello poder realizar este importante proyecto para el logro de mi carrera y formación, además por exigirme que en la investigación y como EXA-NARRO, no los debo avergonzar en mi vida profesional.

## CONTENIDO

	Página
INDICE DE CONTENIDO .....	vi
INDICE DE CUADROS .....	vii
INDICE DEL APENDICE .....	viii
RESUMEN .....	iv
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO .....	3
REVISION DE LITERATURA .....	4
Generalidades del melón .....	4
Importancia económica .....	5
Exigencias medioambientales.....	6
Características del suelo y fertilización .....	7
Funciones de los elementos en la planta .....	8
Aspectos de la fertirrigación .....	12
Definición de fertirriego .....	12
Ventajas de la fertirrigación .....	12
Desventajas de la fertirrigación .....	14
Biofertirrigación .....	17
Definición de la Biofertirrigación .....	17
Ventajas de la Biofertirrigación .....	18
HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN .....	20
MATERIALES Y METODOS .....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
CONCLUSIONES.....	32
LITERATURA CITADA.....	33
APÉNDICE .....	39

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Rendimiento (kg pta <sup>-1</sup> ) de dos variedades de melón bajo cuatro manejos. ....	25
Cuadro 2. Número de melones por planta en dos variedades de melón bajo cuatro manejos.....	26
Cuadro 3. Evaluación de cuatro manejos en las categorías (%) de melón en Paila, Coah.....	27
Cuadro 4. Diámetro polar (cm) de dos variedades de melón y cuatro manejos del cultivo.....	28
Cuadro 5. Diámetro ecuatorial (cm) de dos variedades de melón y cuatro manejos del cultivo .....	29
Cuadro 6. Sólidos solubles totales (° Brix) de variedades de melón y cuatro manejos del cultivo.....	30
Cuadro 7. Análisis económico de manejos en la producción de melón.....	31

## INDICE DEL APENDICE

	Página
Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable de rendimiento (kg pta <sup>-1</sup> ) del cultivo de melón.....	39
Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable número de melones por planta en melón.....	39
Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en fruto de melón.....	40
Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en fruto de melón .....	40
Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable sólidos solubles totales (° Brix) en fruto de melón .....	41
Cuadro 6A. Productos orgánicos utilizados en el manejo de la biofertilización y el mixto .....	42

## RESUMEN

El estudio se realizó en el CBTA 21, en Parras de la Fuente, Coahuila en 2007. Se evaluaron cuatro manejos: Biofertilización; Fertilización, Mixto y testigo sin aplicación de productos, sólo el riego y la fertilidad natural del suelo y dos variedades del tipo Cantaloupe, la variedad Abu y Sigal. El análisis se realizó con un diseño factorial en un arreglo en bloque al azar con cuatro repeticiones, las variables fueron rendimiento comercial, melones por planta, categorías de 9 a 11 melones por caja de 15 kg, diámetro polar y ecuatorial del fruto, calidad como sólidos solubles totales y costo por manejo en \$ ha<sup>-1</sup>. Los resultados del rendimiento y el número de melones señalan que la variedad Abu fue superior a la variedad Sigal en 9% en rendimiento y 5% en número de melones; los manejos fueron estadísticamente superiores al testigo ( $p \leq 0.05$ ) en el rendimiento, la biofertilización con 34%, la fertilización con 44% y el mixto con 43%. Con el número de melones, todos los manejos son diferentes ( $p \leq 0.05$ ) al testigo, los tres manejos son similares y superan al testigo en 31%. En la calidad por la forma, las dos variedades son oblongadas, en calidad por categorías la variedad Abu tuvo la mayor porcentaje en la categoría de 10's, y la variedad Sigal en la categoría de 11's, en los manejos no hubo diferencia, lo cual indica que no se afecta este porcentaje. En sólidos solubles totales la variedad Abu tiene 17% más grados brix a cosecha que la variedad Sigal, respecto a los manejos no existe diferencia significativa entre ellos y sólo en la variedad Abu se observó diferencia significativa a favor de los manejos respecto al testigo. En el análisis económico, la biofertilización es 22% más costosa que la fertilización y el manejo mixto sólo en 12%, por lo cual, es recomendable iniciar el cambio de una agricultura empresarial a una agricultura orgánica, con el manejo mixto, aunque la fertilización que resultó como el mejor manejo, es considerada como una agricultura sustentable si se realiza de una forma eficiente, o sea aplicando los nutrientes necesarios en cada etapa de desarrollo del melón.

**Palabras clave:** melón, agricultura sustentable, biofertilización, variedades.

## INTRODUCCIÓN

Durante los años 2000 a 2003, se encontraron trazas de diversos estados de desarrollo de salmonelosis en el melón exportado por México a los Estados Unidos. El patógeno fue identificado como *Salmonella Poona* y *Salmonella Anatum*. Las muestras positivas a Salmonela fueron en el melón tipo cantaloupe y fue encontrada en las estados de Sonora (7), Jalisco (1), Colima (1), Coahuila (1), Estado de México (1) y Tamaulipas (1). Estas muestras positivas incluían los ciclos agrícolas Primavera – Verano y Otoño e Invierno (FDA, 2007).

El melón tipo cantaloupe, tiene la desventaja que en su epidermis presenta un “enmallado” donde se pueden hospedar los patógenos; ante tal situación se cerró la frontera para exportar melón hacia los Estados Unidos, creando un superávit en la producción y por consecuencia una caída en el precio y menor ingreso en el área rural.

Por lo anterior, la Food and Drug Administration (FDA) en octubre de 2005 firmó con el Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) un acuerdo para determinar los lineamientos que debe tener el melón cantaloupe para que pueda ser importado hacia los Estados Unidos. Estos lineamientos consisten en la realización de buenas

prácticas agrícolas que deberán ser avaladas por los técnicos de la SENASICA y podrán otorgar un certificado para la exportación de melón.

El carecer actualmente de un control de buenas prácticas agrícolas ha ocasionado que los productores de melón no puedan importar su producto y este sujeto a los precios del mercado nacional, donde sólo el mercado formal de las tiendas de autoservicio, pagan un mejor precio y sostienen un contrato mercantil, pero los centros de abastos además de reducir el precio pactado, no paga lo adecuado para que el cultivo sea rentable.

La sostenibilidad se refiere a la capacidad de un agroecosistema para mantener la productividad a través del tiempo, así como también para enfrentar los limitantes ecológicos y perturbaciones, además de las presiones complejas del contexto socioeconómico (Gliessman, 1993), en la actualidad el concepto de sostenibilidad agrícola en la producción se define como el proceso de mantener un alto nivel de producción en un cultivo, este nivel se compone de un alto rendimiento, adecuada sanidad, optima fertilidad, eficiencia en el riego, labranza adecuada entre otros. El concepto de producción agrícola sustentable es la producción de un cultivo sin el deterioro del medio ambiente y con sostenibilidad (Covarrubias y Hernández, 2005); por lo cual, cualquier tecnología de producción que no cause un daño al medio ambiente se considera sustentable.

## **OBJETIVOS**

- Demostrar que la fertirrigación y biofertirrigación son agriculturas sustentable que incrementan la calidad del cultivo de melón
- Demostrar que la biofertirrigación mantiene los mismos niveles de rendimiento en los suelos de Parras de la Fuente, Coahuila.
- El uso de productos orgánicos es rentable al primer año de su aplicación.

## **REVISION DE LITERATURA**

### **Generalidades del melón**

El melón tiene un origen desconocido (Marco, 1969) se especula que puede ser India, Sudan o los desiertos Iraníes. Es una planta rastrera, la cual no fue cultivada en Europa hasta final del siglo XV, extendiéndose rápidamente su cultivo por toda la costa Mediterránea (Cano y Espinosa, 2002).

Se considera que su cultivo se remonta a 2,400 años antes de la era cristiana en el territorio Egipcio. Al inicio de la era cristiana el melón ya era conocido. A principios de los años 50 del siglo XX en Europa el melón todavía era un producto de lujo, cultivado con mucho esmero bajo sistemas de protección climática o bien al aire libre, destinado a ser consumido en las regiones productoras como fruto de temporada (Cano y Espinosa, 2002).

Valadez (1998), menciona que el melón pertenece a la familia de las cucurbitáceas, es una planta herbácea, anual y rastrera, su raíz principal llega hasta un metro de profundidad. Su región de exploración y absorción se encuentra en los primeros 45 cm. de profundidad.

Además, menciona que el tallo es trepador y está cubierto de vellos blancos. Las ramificaciones (tallos primarios y secundarios) miden 1.5 metros, el tallo empieza a ramificarse después de que se ha formado la quinta o sexta

hoja, las hojas pueden estar divididas de tres a cinco lóbulos, pudiendo mostrar diferentes formas: redondeadas, uniformes, acorazonadas, triangulares y pentagonales (poco y muy palmeadas), además están cubiertas de vello blanco.

Las plantas del melón son generalmente monoicas, aunque las hay ginomonoicas (plantas con flores femeninas y hermafroditas) y andromonoicas (plantas con flores masculinas y hermafroditas). Las flores masculinas brotan primero y en grupo en las axilas de las hojas, y las flores femeninas brotan solitarias; cuando hay flores hermafroditas también brotan solitarias (Valadez, 1998).

### **Importancia económica**

Además de la superficie sembrada y de la mano de obra que genera también cobra importancia económica como generador de divisas por sus altos volúmenes de exportación.

El Continente Americano ocupa el tercer lugar como abastecedor mundial de melón y México se encuentra en el segundo lugar como país productor, y además es el principal exportador de melón para los Estados Unidos, ya que los abastece en un 97 por ciento del total de sus importaciones (USDA, 2008).

Dada la existencia de altos volúmenes consumidos en el continente Europeo y aprovechando la demanda que éstos países representan, se ha

buscado diversificar el mercado del melón mexicano. Sin embargo, los altos costos de transporte y la perecibilidad de éste fruto, constituye un serio obstáculo para la exportación hacia éstos mercados (CNA, 2008).

La importancia económica del melón, ha estimulado mucho la producción, por lo que la gran mayoría de trabajos se han enfocado a ir perfeccionando la calidad de los frutos; la gran mayoría de trabajos se han enfocado a estudiar color de la pulpa, grosor, suavidad del fruto y sabor (Espinosa *et al.*, 2002).

### **Exigencias medioambientales**

Zapata *et al.*, (1989) dice que el melón requiere calor para su cultivo y una humedad no excesiva, pues de lo contrario su desarrollo no es lo normal, no madurando bien los frutos y perdiendo calidad en regiones húmedas y con poca insolación.

El desarrollo vegetativo de la planta queda detenido cuando la temperatura del aire es inferior a 13°C, helándose a 1 grado centígrado. En cuanto a temperaturas óptimas, las ideales son: 28°C a 32°C para germinación, de 20°C a 23°C para la floración y de 25°C a 30°C para el desarrollo (Tamaro, 1981).

La germinación de las semillas puede efectuarse en un suelo poco húmedo, pero es más conveniente porque resulta más rápida, que la humedad del suelo esté próxima a capacidad de saturación. También se puede acelerar la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas con temperaturas altas, pero en estas condiciones la vida de ellas es más corta. La relación entre la temperatura del suelo y los días necesarios para la nacencia de las semillas plantadas a 1.25 centímetros de profundidad es la siguiente:

<b>Temperatura del Suelo</b>	20°C	25°C	30°C
<b>Días necesarios</b>	8	4	3

La falta de agua de agua en el cultivo da lugar a menores rendimientos, tanto en cantidad como calidad. También es muy importante la cantidad de horas luz, necesitando un mínimo de 15 horas al día, aumentando la calidad y producción si la iluminación es de más horas (Tamaro, 1981).

### **Características del suelo y fertilización**

El melón se desarrolla en cualquier tipo de suelos, pero prefiere suelos franco – arenosos, cuyo contenido de materia orgánica y drenaje sean buenos. Es ligeramente tolerante a la acidez, ya que se desarrolla en un pH de 6.0 a 6.8. En lo que respecta a la salinidad, está clasificado de bajo a medio tolerante, con valores de hasta 2.56 g L<sup>-1</sup> ó 4 dS m<sup>-1</sup> (Valadez, 1998). Este mismo autor menciona en cuanto a fertilización en México, una cosecha de 20 t ha<sup>-1</sup>extrae

en el fruto 44 kg de Nitrógeno (N), 18 kg de Fosforo (P) y 92 de Potasio (K), la dosis promedio que el INIFAP recomienda a nivel nacional es la 150 – 80 – 00 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, y en forma específica en la región de Apatzingán se recomienda la dosis 120 – 80 – 00 y para la costa de Hermosillo de 150-60-00.

### **Funciones de los elementos en la planta**

Nitrógeno (N). Además de su papel en la formación de proteínas, es parte integral de la molécula de clorofila. El adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos y un intenso color verde. Cantidades excesivas de éste elemento pueden, bajo ciertas condiciones, prolongar el periodo de crecimiento y retrasar el de madurez (Havlin *et al.*, 1999; Tamhane, 1983).

También se encuentra en enzimas, hormonas y vitaminas, además, aumenta la proporción de agua y reduce el porcentaje de calcio en los tejidos de la planta. Los cultivos fertilizados con nitrógeno, tienen una mayor capacidad para absorber no solo más nitrógeno, sino también más fósforo, potasio y calcio; a la vez incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo a las raíces de las plantas (Tamhane, 1983).

Con respecto a la nutrición, en la planta de melón el nitrógeno abunda en todos los órganos. Una nutrición deficiente en nitrógeno produce una reducción del 25% en el crecimiento total de la planta, con especial incidencia en el

sistema radicular, aunque los demás elementos se encuentren en concentraciones óptimas. Así mismo, las cantidades de nitrógeno disponible influyen sobre la proporción parte aérea / raíz, de forma que aportes de nitrógeno de forma localizada, aumenta dicha relación, tanto por el aumento de la parte aérea, como por la disminución del volumen del suelo explorado (Infoagro, 2008).

Fósforo (P). Es un constituyente del ácido nucleíco, fitina y fosfolípidos. Se le considera esencial en la formación de semilla y se le encuentra en grandes cantidades en semillas y frutos. Un buen suministro de éste elemento ha sido siempre asociado con un incremento del crecimiento de las raíces (Havlin *et al.*, 1999). Desempeña un papel importante en las transformaciones de energía y participa en el metabolismo de la grasa y la proteína. Es un constituyente esencial de muchos compuestos vitales como los nucleótidos, las lecitinas y la mayor parte de las enzimas (Tamhane, 1983).

El fósforo también es abundante y se distribuye preferentemente en los órganos encargados de la reproducción (ya que es imprescindible en las primeras fases de elongación del tubo polínico) y en el sistema radicular.

Una deficiencia en fósforo puede ocasionar la disminución del crecimiento de la parte aérea en un 40-45%, que se manifiesta tanto en la reducción del número de hojas como de la superficie foliar, y en un 30% para la raíz. Cuando concurren niveles deficientes de fósforo y excesivos de nitrógeno

durante la floración y fecundación, se produce una reducción del 70% del potencial de floración y una disminución considerable del número de frutos fecundados (Infoagro, 2008).

Potasio (K). No forma parte integral de la planta tales como protoplasma, grasa y celulosa. Su función más bien parece de naturaleza catalítica. A pesar de esto, es imprescindible para las siguientes funciones fisiológicas (Havlin *et al.*, 1999; Tamhane, 1983):

1. Metabolismo de los hidratos de carbono o formación y transformación del almidón.
2. Metabolismo del nitrógeno y síntesis de proteínas.
3. Control y regulación de las actividades de varios elementos minerales y esenciales.
4. Neutralización de los fisiológicamente importantes ácidos orgánicos.
5. Activación de varias enzimas.
6. Promoción del crecimiento de los tejidos meristemáticos.
7. Ajustes de la apertura de los estomas y relaciones con el agua.
8. Incrementa la eficiencia de la hoja para elaborar azúcares y almidón.
9. Ayuda a mantener la permeabilidad de la célula, ayuda al traslado de lugar de los carbohidratos y hace que el fierro sea más móvil en la planta.
10. Aumenta la resistencia de la planta a la enfermedad. No se sabe si el potasio capacita a la planta para resistir los ataques de organismos o si

estos llegan a establecerse con más facilidad en un tejido deficiente de potasio que en un tejido normal.

El potasio es abundante en los frutos y en los tejidos conductores del tallo y de las hojas. Una deficiencia severa de potasio durante la etapa de floración puede producir una reducción del 35% en número de flores hermafroditas (Infoagro, 2008).

Calcio (Ca). Favorece la formación y el incremento de la proteína contenida en la mitocondria (Havlin *et al.*, 1999); tiende a hacer las plantas más selectivas en su absorción; proporciona un material básico para la neutralización de los ácidos orgánicos, de esta manera actúa como un desintoxicador; impulsa la producción de semillas (Tamhane, 1983).

Magnesio (Mg). Es constituyente de la molécula de clorofila (necesario para llevar a cabo la fotosíntesis). Parece estar relacionado con el metabolismo del fósforo y es considerado como específico en la activación de numerosos sistemas enzimáticos de las plantas. Es importante en el llamado ciclo del ácido cítrico, de importancia en la respiración celular (Havlin *et al.*, 1999).

Ayuda a la absorción del fósforo, también ayuda en el traslado de los carbohidratos y regula la absorción de otros nutrimentos, al parecer porque ayuda a la formación de compuestos fosforilados (Tamhane, 1983).

## **Aspectos de la fertirrigación**

### **Definición de fertirriego**

El concepto de fertirrigación ha ido evolucionado con el tiempo, Burt *et al.* (1995), la definen como la aplicación de fertilizantes a través del agua de riego, la Irrigation Association (1999), indica que es la aplicación en el agua de fertilizantes y reguladores de crecimiento a través del sistema de riego, Cadahia (2005), señala que es el método más racional para realizar una fertilización optimizada, pero en la actualidad la fertirrigación se define como la actividad de proporcionar a la planta su alimento en la cantidad y al momento que lo necesite mediante el agua de riego (Covarrubias *et al.*, 2006).

### **Ventajas de la fertirrigación**

Rojas (2000), menciona que algunas de las ventajas más importantes que presenta este sistema con respecto a los métodos tradicionales son:

➤ Incremento de los rendimientos y mejor la calidad de los productos, debido a que:

- Las cantidades y concentraciones de nutrientes son dirigidas, fraccionadas y proporcionadas directamente a la zona de las raíces, de acuerdo con los requerimientos del cultivo en sus etapas de desarrollo.
- Los fertilizantes en forma soluble, se asimilan más rápidamente debido a que se distribuyen localmente en el área de raíces. (Unos fertilizantes

son asimilados directamente, pero otros requieren transformación química).

- Las raíces del cultivo no se dañan con el fertirriego, como sucede con las técnicas convencionales, además el suelo se compacta menos.

➤ Ahorro de agua y costos de fertilizantes (Medina, 2003), debido a que:

- Se reducen las pérdidas de fertilizantes nitrogenados por lavado y volatilización, como ocurre con el método tradicional.
- Cuando se riega con alta eficiencia y uniformidad de distribución del agua, se requieren menos fertilizantes, comparado con los métodos tradicionales.
- Se utiliza menos personal para aplicar los fertilizantes, ahorrándose mano de obra.
- Se reducen las labores agrícolas y la compactación del suelo.
- Se logra un mejor control, dosificación y uniformidad de la distribución.
- Es posible aplicar oportunamente los productos químicos y fertilizantes.
- Mejor interacción positiva entre el agua y los elementos nutritivos.
- Se reducen los riesgos para el operador.

➤ Facilita las labores agrícolas:

- Se puede fertilizar cuando el suelo o el cultivo impiden la entrada de la maquinaria como ocurre durante la fertilización tradicional.

➤ Reduce significativamente la contaminación:

- Se reduce la contaminación de acuíferos y aguas superficiales.
- Cuando el agua se aplica uniformemente y con alta eficiencia, los excedentes de riego son mínimos, por lo tanto, disminuye el escurrimiento de agua con fertilizante y la lixiviación de sales se previene (Fuentes, 2003).

### **Desventajas de la fertirrigación**

Rojas (2000), menciona que la mayoría de las limitaciones no se deben en sí al método, sino a un manejo incorrecto o a la ignorancia que existe sobre aspectos relacionados con la nutrición de las plantas, por lo tanto, las limitaciones que se tienen con esta tecnología, son las siguientes:

➤ Se requiere una mayor inversión inicial, debido a que:

- Debe adquirirse el equipo de fertirriego y accesorios de seguridad.
- Los fertilizantes solubles son caros.
- Se necesita personal especializado.

➤ Defectos de fertilización en sistemas de riego mal diseñados, mal operados o con fugas (Fuentes, 2003), debido a:

- Desperdicio de fertilizantes.
- Problemas de contaminación de la fuente o acuíferos.

- En el riego por goteo las pequeñas aperturas se tapan si no se lleva un control adecuado del fertilizante, requiriendo una filtración del agua.
- Posibles desviaciones ocasionadas por fallas en el sistema.
- Problemas de salinización del suelo.

➤ Necesidad de capacitar personal, para:

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

➤ Peligros al utilizar mezclas de fertilizantes, ya que:

- Se precipitan los fertilizantes no compatibles con otros o en el agua.
- Se necesita conocer la compatibilidad química de los fertilizantes con el agua de riego.
- Puede presentarse reacciones violentas.

➤ Problemas de erosión, ya que:

- El riego localizado solamente humedece una parte del campo y el polvo puede ocasionar el taponamiento de los emisores.

➤ Problemas con la presión del agua, ya que:

- Si no se controla la presión puede voltearse o reventar las cintas.

Maroto (2000), menciona que para llevar a cabo con éxito una determinada pauta de fertirrigación es necesario disponer de una serie de datos y prever un amplio abanico de posibilidades.

Al margen del tipo de suelo y agua, resulta primordial conocer las extracciones concretas del cultivo y a ser posible la variación en la absorción de cada uno de los elementos a lo largo del ciclo para tratar de correlacionar la solución nutritiva con las propias exigencias de la planta.

Burgueño (1995), indica que en la fertirrigación existen una serie de aspectos que deben tenerse en cuenta y que no siempre se tratan adecuadamente derivados de la propia esencia del método, es decir, de la confección y el manejo de las soluciones nutritivas. En relación con el establecimiento de las mezclas, una gran mayoría de los autores considera como parámetros importantes las compatibilidades entre las sales, su solubilidad y acidez. Otras por razones obvias, hablan de la potencialidad de salinización de los fertilizantes.

En cualquier caso parece lógico indicar que estos cuatro parámetros: compatibilidad, solubilidad, acidez y grado de salinización son los fundamentos que deben conocerse a la hora de elaborar una solución nutritiva.

## **Biofertilización**

### **Definición de la Biofertilización**

Tres áreas del conocimiento agrícola están involucradas en la generación de la biofertilización, la fertilidad del suelo, la microbiología del suelo y el riego. La microbiología del suelo estudia a los microorganismos benéficos, como son los que viven en simbiosis, asociados o en vida libre en el suelo y la planta (Covarrubias y Hernández, 2005).

En la fertilidad natural de un suelo no se aportan los suficientes nutrientes para cumplir con las demandas de los cultivos para obtener su máximo rendimiento y producción, por lo que se requiere de complementación con fertilizantes inorgánicos.

La asociación del riego, con la fertilidad del suelo y la nutrición vegetal, conceptúa la fertirrigación (FER) como la aplicación de nutrientes a través de un sistema de riego; sin embargo, los fertilizantes líquidos o solubles tienen un costo superior de cuatro a seis veces más respecto a los fertilizantes sólidos tradicionales.

La asociación de la microbiología y la fertilización, genera la biofertilización (BIO) y la sustitución de fertilizantes químicos por biofertilizantes permite reducir el costo de los insumos y el impacto ecológico de aplicar fertilizantes. El uso de microorganismos promotores del crecimiento (MPC) aplicados en solución a través del sistema de riego, a la semilla al momento de

la siembra o al trasplante, pero sin fertilización, se define como bioirrigación (González, 1999); y con la aplicación de los fertilizantes en forma alterna a los microorganismos a través del riego se logra la biofertilización (BIOFER) (Hernández *et al.*, 2004).

La asociación del riego, con la fertilidad del suelo y la nutrición vegetal, conceptúa la fertirrigación como la aplicación de nutrientes a través de un sistema de riego; sin embargo, los fertilizantes líquidos o solubles tienen un costo superior de cuatro a seis veces más respecto a los fertilizantes sólidos tradicionales (Sandino, 2007).

### **Ventajas de la Biofertilización**

El maíz bajo riego con FER mostró una producción de 8.2 t ha<sup>-1</sup>, que representa un 4.8 % mayor rendimiento de grano que la BIO, la BIOFER con 7.92 t ha<sup>-1</sup> fue sólo mayor en 1.2 % que la BIO, pero los costos de producción son menores en 25 % que la FER, aún cuando esta presente mayor rendimiento de grano, para este caso la BIOFER y la BIO no fueron mejores que la FER, sólo más sostenibles.

En papa la BIO, inoculando con *Bacillus subtilis* en un suelo rico en fósforo (865 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) incrementó la biomasa en 31.7 % y la absorción de P en 27.5 %, respecto al suelo sin BPC, aun cuando el cultivo se haya fertilizado con 378 kg P ha<sup>-1</sup>, este BPC mostró su efecto positivo al utilizarlo, porque favorece el incremento del volumen de raíz, que induce mayor área de

absorción por intercepción de P, que es un elemento de baja movilidad y solubilidad en los suelos con pH alcalino (Covarrubias *et al.*, 2005).

En manzano, en rendimiento de fruta se presentó diferencia significativa a favor de BIO respecto a FER, en 2001 con 8.4 % (86.3 vs. 79.6 kg árbol<sup>-1</sup>) y en 2002 con 11.8 % (97.7 vs. 87.4 kg árbol<sup>-1</sup>); el nivel de P en el suelo se incrementó de 34.5 a 59.6 mg kg<sup>-1</sup> después de dos años de estudio, esto puede atribuirse a la actividad de *G. intraradices* de segregar fosfatasa ácida para solubilizar el P. Los BPC proporcionan beneficios para la planta, y permiten reducir en casi el 40% el uso de fertilizantes inorgánicos, en algunos casos (Covarrubias y Hernández, 2005).

En la producción de melón predominan las condiciones de riego por gravedad; esta situación provocó la presencia de malas condiciones fitosanitarias en el cultivo, porque en la cosecha los jornaleros no contaban con servicios sanitarios y en los embarques de melón a Estados Unidos durante 2000 a 2002 fueron detectados patógenos como *Salmonellas poona* (Espinosa *et al.*, 2002).

Dado lo anterior es necesario implementar tecnologías que eviten el deterioro del ambiente como biofertilización y agricultura natural (Rojas *et al.*, 2007), las que deben evaluarse para conocer su potencial en este cultivo y su capacidad para mejorar la calidad del suelo agrícola (Pérez *et al.*, 2003).

## **HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN**

*Hi:* Mediante buenas prácticas agrícolas y sustentables se incrementa el valor agregado del melón y su calidad para su exportación.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en un área en el sector agrícola del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No 21, en Parras de la Fuente, Coahuila, durante el ciclo verano–otoño de 2007.

Los tratamientos utilizados para el mejoramiento de la calidad del suelo fueron los siguientes:

- a) Testigo, que corresponde a riego por goteo, acolchado en cama melonera de 1.80 y plantas cada 0.20 m bajo un programa de fertilización con 190-150-240-40Mg-26S aplicados a través del riego en forma semanal siguiendo la curva de extracción nutrimental del cultivo de melón, este tratamiento para que fuera utilizado como testigo, su manejo tuvo que efectuarse sin control de plagas y enfermedades, dado que una de las metas es incrementar la calidad del suelo.
  
- b) Biofertilización, es la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento más la aplicación de los fertilizantes con similar dosis pero adicionando un bioestimulante con nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica (MO) al transplante; un mejorador de suelo a través del riego a base de ácidos fulvicos, aminoácidos, auxinas, extractos vegetales y MO; un repelente insecticida orgánico con extractos de Neen y *Allium spp*; un

insecticida orgánico de amplio espectro con aceites de origen vegetal y un fungicida con *Bacillus subtilis* y bicarbonato de potasio.

- c) Fertirrigación, con la misma dosis de fertilizantes, el control de plagas se realizó con imidacloprid y metamidofos; y el control de las enfermedades se efectuó con propiconazol y thiabendazol.
- d) Mixto, la combinación de biofertilización y fertilización aplicando los productos naturales y los químicos en forma alterna y en forma semanal.

Estos tratamientos de manejo se evaluaron en dos variedades de melón del tipo Cantaloupe, la variedad Abu y la variedad Sigal.

**El análisis de los tratamientos se realizó con un diseño factorial con cuatro manejos y dos variedades en un arreglo en bloque al azar con cuatro repeticiones que corresponde a cuatro plantas en competencia completa, con el siguiente modelo:**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

**donde:**

**$Y_{ijk}$  = variables respuesta.**

**$\mu$  = Efecto promedio.**

**$\alpha$  = Efecto del manejo del cultivo de melón.**

**$\beta$  = Efecto de las variedades de melón.**

$\alpha\beta$  = Interacción entre los manejos y las variedades  
con  $i = 1, 2, \dots, a = 4, j = 1, \dots, b = 2, k = 1, 2, \dots, r = 4$  y  
 $\epsilon_{ijk}$  están DNI  $(0, \sigma^2)$ .

Las variables de análisis fueron:

- Rendimiento comercial en  $\text{kg pta}^{-1}$ ,
- Número de melones por planta
- Categorías de 9 a 11 melones por caja de 15 kg en porcentaje, esto se obtuvo midiendo el diámetro polar y ecuatorial del fruto en centímetros.
- Calidad se determinó los sólidos solubles totales como grados brix a cosecha.
- Costo por tratamiento de manejo en  $\$ \text{ha}^{-1}$ .

El análisis estadístico de las variables se realizó con un término del error con probabilidad de  $p \leq 0.05$  y la diferencia entre tratamientos con la prueba de Tukey a  $p \leq 0.5$  (SAS, 1988).

Las variedades se sembraron en cajas de germinación de 200 orificios con sustrato a base de pet moss, sembrando una semilla por orificio el 25 de mayo, para colocarla en un invernadero con cubierta plástica y aplicando el riego en la mañana y en la tarde.

El trasplante el 13 junio, aplicando los tratamientos durante el desarrollo del cultivo. La parcela útil, corresponde a una cama melonera de 1.8 m con siembra a hilera sencilla que corresponde a cuatro metros de plantas en competencia completa sembrada a 0.2 m, utilizando semilla híbrida (Cano-Ríos *et al.*, 2003), con trasplante (Robles *et al.*, 2005), con riego por goteo y acolchado (Espinosa *et al.*, 2003), con 20 m de largo para las cuatro repeticiones.

La cosecha se inició con los cortes a partir del 31 de agosto hasta el 7 de septiembre. El resto del manejo se realizó de acuerdo a la recomendación del INIFAP (2003).

Los productos utilizados fueron de la marca GreenCorp y las aplicaciones que se realizaron fueron 14 para el manejo de biofertilización y 7 para el manejo mixto, el manejo de fertilización se utilizó como base para estimar los costos de los demás manejos. Los productos utilizados y su costo se muestran en el Cuadro 6A, en el apéndice.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento fue diferente significativamente entre manejos y variedades, las formas de manejo superaron significativamente al testigo en el rendimiento por planta (Cuadro 1), la fertirrigación supera al manejo mixto en 1 y a la biofertirrigación en 7 %, pero la fertirrigación por utilizar químicos causa un deterioro al ambiente, específicamente en los insectos benéficos y el control biológico de plagas y enfermedades. La variedad Abu es superior en 9% de rendimiento a la variedad Sigal, lo que indica a esta variedad como una mejor opción para la producción.

Cuadro 1. Rendimiento (kg pta<sup>-1</sup>) de dos variedades de melón bajo cuatro manejos.

Manejo	Variedades		$\bar{x}$
	ABU	SIGAL	
Mixto	9.50	9.30	9.40 a
Fertirrigación	9.87	9.10	9.48 a
Biofertirrigación	9.65	8.01	8.83 a
Testigo	6.78	6.38	6.58 b
$\bar{x}$	8.95 y	8.20 z	

a, b, = Valores con literales diferentes en una columna son diferentes. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

y, z = Valores con literales diferentes en una hilera son diferentes. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

No se encontró diferencia entre la interacción entre las variedades y los diferentes manejos, por lo que no existe efecto de los manejos en la producción de las variedades, ni viceversa.

El rendimiento de melón debe ser tal que permita la recuperación del capital invertido en la producción y beneficie a la zona rural donde se produce (Zapata *et al.*, 1989).

El sistema de riego no influye en la aplicación de los agroquímicos, dado que el diámetro en el orificio del gotero de la cintilla es de 0.5 mm y las bacterias como Unidades Formadoras de Colonias (UFC) y hongos tienen un menor diámetro, por lo cual, la presión del sistema de riego (mayor de 10 PSI), no permite obturaciones y cuando se apaga el riego ya ocurrió el lavado de los agroquímicos y de los microorganismos para evitar que se precipiten u obturen en el orificio (Medina San Juan, 2000).

Un comportamiento similar se obtuvo con el número de melones por planta (Cuadro 2), donde el manejo mixto, fertirrigación y biofertirrigación superaron al testigo significativamente y la variedad Abu superó a la variedad Sigal en 5 %, situación similar al rendimiento. Respecto al manejo, el mixto, la fertirrigación y la biofertirrigación superan al testigo en forma similar en 31%.

Cuadro 2. Número de melones por planta en dos variedades de melón bajo cuatro manejos.

Manejo	Variedades		$\bar{x}$
	ABU	SIGAL	
Mixto	4.77	4.73	4.75 a
Fertirrigación	4.95	4.58	4.77 a
Biofertirrigación	4.84	4.64	4.74 a
Testigo	3.40	3.18	3.29 b
$\bar{x}$	4.49 y	4.28 z	

a, b = Valores con literales diferentes en una columna son diferentes. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).  
y, z = Valores con literales diferentes en una hilera son diferentes. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

La interacción entre las variedades y los diferentes manejos no muestran diferencia significativa por lo cual las diferencias que se observen no pueden considerarse como validad por el método científico y estas pueden cambiar si se repite este estudio.

El análisis de calidad en categorías, para la variedad Abu indica que la fertirrigación tuvo la mayor proporción en la categoría de 9's y 11's, por lo cual podemos indicar que esta tecnología favorece la producción de melón con mayor tamaño; el manejo de la biofertirrigación mantiene la mejor proporción de tamaños con 29 y 40% en la categoría de 9's y 10's, con lo cual, el manejo sustentable es una opción en producción y calidad en el desarrollo sostenible de melón para la región de Paila, Coahuila (Cano *et al.*, 2007).

En la variedad Sigal, se mostro un comportamiento diferentes en la calidad por que la fertirrigación es superior al resto de los manejos en la categoría de 9's, en cambio el manejo mixto tuvo melones en forma proporcional en las dos menores categorías. En la variedad Abu los manejos fueron superiores al testigo y en la variedad Sigal, sólo la fertirrigación.

Cuadro 3. Evaluación de cuatro manejos en las categorías (%) de melón en Paila, Coah.

Manejo	ABU				SIGAL			
	9's	10's	11's	Total	9's	10's	11's	Total
Mixto	29	37	34	100	24	38	39	100
Fertirrigacion	33	31	36	100	35	32	33	100
Biofertirrigacion	29	40	32	100	25	37	39	100
Testigo	28	40	33	100	30	33	37	100

La biofertirrigación tuvo un porcentaje promedio en las categorías de 9 y 10 melones por caja de 15 kg. Aún cuando la biofertirrigación es menor en 6% en el rendimiento a la fertirrigación química y al manejo mixto, respectivamente, esta tecnología muestra resultados similares a los encontrados en maíz, manzano y papa (Covarrubias y Hernández, 2005), por lo cual, la biofertirrigación es una opción en producción y calidad en el desarrollo sustentable de melón para la región de Parras, Coahuila.

En lo que respecta al crecimiento del fruto, en el diámetro polar se tuvo un comportamiento similar a las variables rendimiento y número de melones, tanto en el manejo como en las variedades hubo diferencia significativa a favor de la variedad Abu en 19% respecto a la variedad Sigal y el testigo superó a los tres manejos en 33, 25 y 24 %, para los manejos mixto, biofertilización y fertilización, respectivamente (Cuadro 4). Por lo tanto la respuesta es directa y a favor de la variedad Abu con la tecnologías biofertilización como una forma de agricultura sustentable (Hernández *et al.*, 2004).

Cuadro 4. Diámetro polar (cm) de dos variedades de melón y cuatro manejos del cultivo.

Manejo	Variedades		$\bar{x}$
	ABU	SIGAL	
Mixto	13.23 cy	10.65 bz	11.94 a
Fertilización	14.80 aby	10.95 bz	12.88 a
Biofertilización	14.38 by	11.68 bz	13.03 a
Testigo	15.85 ay	15.85 ay	15.85 b
$\bar{x}$	14.56 y	12.28 z	

a, b, c = Valores con literales diferentes en una columna son diferentes. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).  
y, z = Valores con literales diferentes en una hilera son diferentes. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

La variedad Abu y los diferentes manejos, muestran una interacción donde la fertilización y el testigo no tienen diferencia entre ellos y superan al biofertilización y el mixto en 9 y 17%, para el testigo y en 3 y 11%, para la fertilización, respectivamente.

La variedad Sigal mostró que los manejos son similares estadísticamente, todos son diferentes en su valor entre si y son inferiores al testigo; la biofertilización es 26 %, la fertilización en 31% y el mixto en 33 %.

La diferencia de diámetro polar entre las variedades indica que ambas variedades son oblongadas. Porque en el diámetro ecuatorial no existe diferencia entre estas dos variedades y solo el efecto del manejo respecto al testigo; encontrando que la fertirrigación y el testigo son similares estadísticamente y se correlaciona inversamente con el número de melones por planta, lo que provocó un mayor tamaño con menor número, como respuesta de un escape de la planta, al efecto de la aplicación de la fertilización (Cuadro 5).

La calidad en la forma de un melón es mejor que sea en la forma oblongada, por su acomodo en las cajas de empaque y esto permite transportar más producto a la comercialización (Cano-Ríos y Nava, 1998).

Cuadro 5. Diámetro ecuatorial (cm) de dos variedades de melón y cuatro manejos del cultivo.

Manejo	Variedades		$\bar{x}$
	ABU	SIGAL	
Mixto	11.65	11.70	11.68 b
Fertirrigación	12.30	11.68	11.99 ab
Biofertirrigación	11.48	11.73	11.60 b
Testigo	12.58	12.58	12.58 a
$\bar{x}$	12.00	11.92	

a, b = Valores con literales diferentes en una columna son diferentes. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

En relación al análisis de calidad, los sólidos disueltos totales son similares estadísticamente en el manejo, los cuales no afectaron significativamente el contenido de azúcares medidos como grados brix en el melón (Cuadro 6), pero en cambio en las variedades se ve afectado a favor de la variedad Abu con mayor sabor y sólidos totales que la variedad Sigal.

El implementar tecnologías que eviten el deterioro del ambiente como la biofertirrigación y agricultura natural, que reducen el riesgo de contaminación

por Salmonelosis (Espinosa *et al.*, 2002), es una manera de evitar el deterioro ambiental, por lo cual estas tecnologías deben continuar evaluándose para conocer su potencial en este cultivo (Pérez *et al.*, 2003).

Cuadro 6. Sólidos solubles totales (° Brix) de variedades de melón y cuatro manejos del cultivo.

Manejo	Variedades		$\bar{x}$
	ABU	SIGAL	
Mixto	16.25 ay	12.25 az	14.25 a
Fertirrigación	14.75 ay	11.00 az	12.88 a
Biofertirrigación	13.75 ay	13.25 ay	13.50 a
Testigo	13.00 by	13.00 ay	13.00 a
$\bar{x}$	14.44 y	12.38 z	

a, b = Valores con literales diferentes en una columna son diferentes. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).  
y, z = Valores con literales diferentes en una hilera son diferentes. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

La interacción entre la variedad Abu y los diferentes manejos, muestran que la biofertirrigación, la fertirrigación y el mixto no tienen diferencia entre ellos y superan al testigo en 6, 13 y 25 %, respectivamente.

La variedad Sigal en la interacción mostró diferencia significativa entre los manejos, todos son diferentes entre si y sólo la biofertirrigación supera al testigo en 2 %; pero el mixto es menor en 6% al testigo y la fertirrigación es menor en 15 %, esto se debe a que un cultivo bajo un estrés nutrimental tiende a madurar más rápidamente, que bajo un manejo adecuado..

El cultivo de melón tuvo un costo de producción promedio de \$43,333.00 durante el año de 2007, y el rendimiento promedio fue de 27 t ha<sup>-1</sup>, en el cuadro 7 se muestra los costos de producción de la tecnologías evaluadas donde son superiores a lo mencionado anteriormente debido a que los insumos que se manejan son específicos para cada manejo y como puede observarse la

biofertilización que utiliza productos orgánicos tienen mayor costo (22%) respecto a la fertilización que se tomo como base y la combinación de ambas sólo representa un 12 % de incremento.

Cuadro 7. Análisis económico de manejos en la producción de melón.

Manejo	Costos 2007	
	\$ ha <sup>-1</sup>	(Δ%)
Mixto	48,412.51	12
Fertilización	43,333.00	0
Biofertilización	53,010.51	22

Si consideramos que la biofertilización es una agricultura orgánica, entonces el aplicarla se incrementan los costos de producción y por consecuencia el valor de la producción se debe de incrementar como melón orgánico (INIFAP, 2002). Al cambiar de una agricultura actual como es la fertilización a una sustentable como la biofertilización, la respuesta no es inmediata por lo cual el manejo mixto puede representar la opción más adecuada para empezar una agricultura orgánica y la variedad Abu la mejor para utilizarse en forma más rentable, pero si se maneja la fertilización de forma eficiente, esta también puede considerarse como una agricultura sustentable.

## **CONCLUSIONES.**

Los resultados indican que los manejos son similares y muestran que la biofertilización no es adecuada en el primer año de su evaluación, reduce la producción y calidad del melón, por lo que requiere mayor evaluación con el melón tipo cantaloupe antes de pasar a una agricultura sustentable y sostenible, con lo cual no se cumplen los dos primeros objetivos.

Respecto a las variedades, la variedad Abu es mejor en calidad y rendimiento respecto a la variedad Sigal.

Para tratar de pasar de una agricultura empresarial como la fertilización a una agricultura orgánica como la biofertilización, no es proceso inmediato por ello el manejo mixto es la opción para un cambio inicial antes de entrar a una agricultura orgánica, por lo cual no se cumple el tercer objetivo.

La hipótesis evaluada se rechaza porque la agricultura sustentable no es una tecnología que pueda adaptarse en un ciclo agrícola, debido a los años que se ha estado trabajando en la agricultura empresarial como la fertilización y en este estudio resultó como la mejor opción de manejo.

La fertilización manejada bajo un esquema de aplicar los nutrimentos necesarios al cultivo en las dosis adecuadas para cada etapa del desarrollo es también considerada una agricultura sustentable y esta deja de serlo al momento que se sobre fertiliza, provocando una baja eficiencia en la recuperación del fertilizante.

## LITERATURA CITADA

- Ángeles M., V. 2002. Diseño agronómico de sistemas de riego presurizado. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Edo . de México. 167 p.
- Burgueño, Héctor. 1994. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Ed. Bursag. Culiacán, Sin. 46 p.
- Burgueño, Héctor. 1995. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Vol. 2. Ed. Bursag. Culiacán, Sin. 70 p.
- Burt C., K.O. Connor and T. Ruehr. 1995. Fertigation. Irrigation Training and Research Center. California Polytechnic State University. San Luis Obispo, C.A., USA. 295 p.
- Cadahia L., C. 2005. Fertirrigación. 3ª ed. Mundi-Prensa. Madrid. Esp. 881 p.
- Cano-Ríos, P. y U. Nava C. 1998. Evaluación de genotipos de melón para resistencia a la mosquita blanca, rendimiento y calidad del fruto. *In*: Informe de actividades 1997. CELALA, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coah. pp: 1-9.
- Cano Ríos, P. y J. J. Espinosa A. 2002. Melón: Generalidades de su producción. *In*: Melón: Tecnologías de Producción y Comercialización. CELALA. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coah., México. p. 1-18. (Libro técnico No. 4).
- Cano-Ríos, P., G. Ramírez-Rosales, J. Ortegón-P., Jesús H. Esparza-Martínez y S. Rodríguez-Herrera. 2003. Análisis dialélico para vigor de semilla en melón. *Agrociencia* 34:337-342.
- Cano-Ríos, Pedro, Juan Manuel Covarrubias-Ramírez y Lindolfo Rojas Peña. 2007. Manejo sustentable del melón con buenas practicas agrícolas. *In*:

Soto Estrada, A. *et al.*, (eds). Memoria del IX Simposio Internacional de Agricultura Sostenible. Boca del Río, Ver. p 189.

Consejo Nacional Agropecuario (CNA). 2008. México: Exportaciones Agroalimentarias a Estados Unidos. Capitulo XII. *In: Compendio Estadístico del Sector Agroalimentario*. <http://www.cna.org.mx/pulics.htm> (Consultado 21 de abril de 2008).

Covarrubias-Ramírez, J. M. y L. Hernández F. 2005. Biofertilización en maíz, manzano y papa en México. *In: Memorias del VIII Simposio Internacional de Agricultura Sostenible*. SOMAS. Cd. Victoria, Tam. CD-ROM. p 37.

Domínguez V., A. 1996. Fertilización. 2ª Ed. Mundi-Prensa Libros S. A. Madrid, España. 233 p.

Espinosa A., J. J., Orona C., I. y Cano R., P. 2002. Producción y comercialización del melón en México, Estados Unidos y América. *In: Melón: Tecnologías de Producción y Comercialización*. CELALA. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coah., México. p. 19-45. (Libro técnico No. 4).

Espinosa A., J. J., P. Cano R. y I. Orona C. 2003. Utilización de tecnologías modernas para obtener ventajas de mercado: Los casos del acolchado plástico y semillas híbridas en melón en la comarca lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 12(1):582-595.

Food and Drug Administration (FDA). 2007. Detention without physical examination of cantaloupes from Mexico. [en línea]. Disponible en [http://www.fda.gov/ora/fiars/ora\\_import\\_ia2201.html](http://www.fda.gov/ora/fiars/ora_import_ia2201.html) (verificado el 26 de Noviembre de 2007).

Fuentes Y. J. L. 2003. Técnicas de riego. 4ª Ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 483 p.

Gliessman. S. R. 1993. Agroecología en América Latina: Experiencias con la investigación de las bases ecológicas de la sostenibilidad en los agroecosistemas de México. *In*: R. Ferrera-Cerrato y R. Quintero-Lizaola (Eds.) Agroecología, sostenibilidad y Educación. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. pp. 1-8.

González M., A. 1999. Biofertiliriego, un nuevo concepto en la agricultura. *In*: Memoria 4º Simposium internacional de fertirrigación. ICID, A.C. ed. Guadalajara, Jal. p 195.

Havlin J.L.; J.D. Beaton; S. L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. 6<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, Inc. New Jersey, U.S.A. 499 p.

Hernández F., L., J. M. Covarrubias-Ramírez, R. Aveldaño S. y J. J. Peña C. 2004. Biofertilización: tecnología sustentable del siglo XXI. *In*: Simposio de biofertilización. CINVESTAV-CERIB-INIFAP. Río Bravo, Tam. p 93.

Hernández F., L. 2004. Diversidad genética de *Azospirillum* asociada a suelo cultivado con maíz en labranza convencional y de conservación. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 73 p.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). 2002. Melón: Tecnologías de producción y comercialización. Libro Técnico No. 4. CELALA-CIRNOC. Matamoros, Coah. 244 p.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). 2003. Técnicas actualizadas para producir melón. 5º día del melonero. Publicación especial No. 49. CELALA-CIRNOC. Matamoros, Coah. 82 p.

Infoagro. 2008. El cultivo de melón. [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm) (Consultado el 21 de abril de 2008).

Irrigation Association. 1999. Chemigation. Ed. I.A. Fairfax, VA. 192 p.

Marco, M. H. 1969. El melón: Economía, producción y comercialización. Editorial Acribia. España. pp 42-45.

Maroto B; J. V. 2000. Elementos de horticultura general. 2ª Ed. Ed. Mundi-Prensa Madrid, Esp. 424 p.

Medina San Juan, J. A. 2000. Riego por goteo. Teoría y práctica. 4ª Ed. Ed Mundi-Prensa. Madrid, España. 302 p.

Musmade, A. M y U. T Desai. 2004. El pepino y el melón. In: Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Salunkhe D. K y S. S. Kadam Ed. Ed. ACRIBIA, S. A. Zaragoza, Esp. pp 247-276.

Moya T., J. A. 2002. Riego localizado y fertirrigación. 3ª Ed. Edi Mundi-Prensa. Madrid, Esp. 534 p.

Pérez Z., O. M. Cigales R. y K. Pérez C. 2003. Tecnología de bajo impacto ambiental para la producción intensiva de melón (*Cucumis melo* L.) var. Cantaloupe en Colima. Folleto científico # 1. CE Tecoman. CIRPAC. INIFAP. Colima, Mex. 39 p.

Robles T., R., J. S. Rodríguez L. y J. Martínez S. 2005. Desarrollo Vegetativo del Melón (*Cucumis melo* L.) establecido por transplante, con guiado vertical y acolchado plástico en la comarca lagunera. Revista Chapingo. Serie: Zonas áridas 4(1):15-20.

Rodríguez S., F. 2003. Riego por goteo. 2ª Reimpresión AGT Editor, S. A. México, D. F. 158 p.

Rojas P., L. 2000. El fertirriego y la plasticultura. División de Ingeniería. Depto. de Riego y Drenaje. 1ª Edición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Saltillo, Coah. 174 p.

Rojas Peña, Lindolfo, Juan M. Covarrubias-Ramírez; Rosalinda Mendoza Villarreal, Lina Hernández Flores y Víctor M. Parga Torres. 2007. Biofertirrigación con solución nutritiva Steiner y *Azospirillum brasilense* en el cultivo de papa. In: Vásquez Alarcón, A. y I. Aaimers de A. (eds). Memoria del XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. León, Gto. 17:1071-1074.

Rojas Peña, Lindolfo y Juan Manuel Covarrubias-Ramírez. 2007. Efecto de la fertirrigación y biofertirrigación en el cultivo de melón en la región de Parras, Coahuila. In: Guerrero-Martínez, J. J. et al., (eds). Libro de resúmenes del XVII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Num. 61, Calvillo, Ags. p 78.

Statistical Analysis System (SAS). 1988. SAS/STAT User's guide, Release 6.03. SAS Institute Inc. Cary, N.C. USA. pp:136-170.

Sandino Salazar, Rolando, Juan M. Covarrubias-Ramírez y Lina Hernández Flores. 2007. Logros con biofertirrigación en los cultivos de maíz, papa y

manzano. *In*: R. H. Lira Saldivar, Editor. Memoria del Simposio Internacional de Agricultura Sustentable. UAAAN-CIQA. Buenavista, Saltillo, Coah. 1:518-524.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Avances de siembras y cosechas año agrícola 2007 en México. El cultivo de Melón. Situación al 1 de febrero del 2008. Informe SIAP. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F. [en línea]. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/> (Revisado el 30 de marzo de 2008).

Tamaro, D. 1981. Manual de horticultura práctica. Primera Edición. Ed. Diana, S.A. México, D.F. 510 p.

Tamhane, R. V. 1983. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Editorial Diana. 3a edición. México. D. F. 483 p.

Tirilly, Y y Bourgeois, C. M. 2002. Tecnología de las hortalizas. Ed. Acribia, S. A. Zaragoza, Esp. 589 p.

United States Department of Agriculture (USDA). 2008. Cantaloupe: An Economic Assessment of the Feasibility of Providing Multiple-Peril Crop Insurance. <http://www.rma.usda.gov/pilots/feasible/PDF/cantloup.pdf> (Consultado el 21 de abril de 2008).

Valadez, L. A. 1998. Producción de hortalizas. Edit. Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. 3ª reimpresión. México, D. F. 298 p.

Zapata N., M., Cabrera F., P., Bañon A., S. y Roth M., P. 1989. El melón. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 174 p.

## APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable de rendimiento (kg pta<sup>-1</sup>) del cultivo de melón.

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F <sub>c</sub>	F <sub>α</sub>	
Repeticiones	3	6.6791	2.2263	3.96	0.0221	*
Manejo	3	44.4353	14.8117	8.01	0.0100	**
Variedades	1	4.5075	4.5075	26.32	<.0001	**
Man X Var	3	2.4614	0.8205	1.46	0.2546	NS
Error Exp.	21	11.8182	0.5628			
Total	31	69.9014				

\*\* = Altamente significativa (p ≤ 0.01), \* = Significativa (p ≤ 0.05), NS = No significativo

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable número de melones por planta en melón.

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F <sub>c</sub>	F <sub>α</sub>	
Repeticiones	3	0.3381	0.1127	8.88	0.0005	**
Manejo	3	12.7776	4.2592	335.76	<.0001	**
Variedades	1	0.3486	0.3486	27.48	<.0001	**
Man X Var	3	0.1125	0.0375	2.96	0.0559	NS
Error Exp.	21	0.2664	0.0127			
Total	31	13.8432				

\*\* = Altamente significativa (p ≤ 0.01), \* = Significativa (p ≤ 0.05), NS = No significativo

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en fruto de melón.

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	F $\alpha$	
Repeticiones	3	25.2634	8.4211	12.10	<.0010	**
Manejo	3	68.4459	22.8153	32.77	<.0001	**
Variedades	1	41.6328	41.6328	59.80	<.0001	**
Man X Var	3	15.8534	5.2845	7.59	0.0013	**
Error Exp.	21	14.6191	0.6961			
Total	31	165.8146				

\*\* = Altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ), \* = Significativa ( $p \leq 0.05$ ), NS = No significativo

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en fruto de melón.

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	F $\alpha$	
Repeticiones	3	15.3684	5.1228	19.93	<.0001	**
Manejo	3	4.7184	1.5728	6.12	0.0037	**
Variedades	1	0.0528	0.0528	0.21	0.6550	NS
Man X Var	3	0.8584	0.2861	1.11	0.3671	NS
Error Exp.	21	5.3990	0.2571			
Total	31	26.3972				

\*\* = Altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ), \* = Significativa ( $p \leq 0.05$ ), NS = No significativo

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable sólidos solubles totales (° Brix) en fruto de melón.

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	F $\alpha$	
Repeticiones	3	10.5937	3.5312	1.51	0.2414	NS
Manejo	3	9.3437	3.1146	1.33	0.2911	NS
Variedades	1	34.0312	34.0312	14.54	0.0010	**
Man X Var	3	26.5937	8.8646	3.79	0.0257	*
Error Exp.	21	49.1562	2.3408			
Total	31	129.7187				

\*\* = Altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ), \* = Significativa ( $p \leq 0.05$ ), NS = No significativo

Cuadro 6A. Productos orgánicos utilizados en el manejo de la biofertilización y el mixto.

Producto	Costo 06/05/2007	Acción	Dosis	Ingredientes
FullKover HF	\$550	Repelente de insectos	1 L/ha	Cis Jazmone, Poly-D-Glucosamina, MgCl <sub>2</sub> .
Best Ultra F	\$310	Cenicilla polvorienta	1 L/ha	PGPR chitosan, fosfito de potasio.
MildOut	\$299	Cenicilla polvorienta	1 L/ha	<i>Bacillus subtilis</i> , Bicarbonato de Potasio
eBioluzión	\$447	Insectos vectores	1 L/ha	Aceites de origen vegetal, Extractos vegetales.
Agrofulviko R	\$65.00	Mejorador de suelos	4 L/ha	Ac. Fulvicos, A.A., Auxinas y Extractos vegetales.
Rizoflex	\$166.00	Bioestimulante	1 L/ha	N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O y M. O.

PGPR = Plant Growth Promotion Rhizobacterias, A.A. = Aminoácidos