

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Producción de Cilantro *Coriandrum sativum* L. con  
Fertilización Foliar de Aminoácidos y Fósforo**

**Por:**

**Eduardo Manuel Chaires Ventura**

**Tesis**

**Presentada Como Requisito Parcial Para**

**Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Mayo de 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**Producción de Cilantro *Coriandrum sativum* L. con  
Aplicación Foliar de Aminoácidos y Fósforo**

**Por:**

**Eduardo Manuel Chaires Ventura**

**Tesis**

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial  
Para Obtener el Título de Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Aprobada por:**

---

**Dr. José Hernández Dávila**

Presidente del Jurado

---

**M. Sc. José G. Ramírez Mezquitic**

Vocal

---

**M. C. Alberto Sandoval Rangel**

Vocal

---

**Ing. Elyn Bacópulos Téllez**

Vocal

---

**M. C. Arnoldo Oyervides García**

Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2004

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios:**

Por darme todo y ponerme en este camino y brindarme sabiduría y el don de amar el trabajo en la tierra.

### **A la UAAAN.**

Que me abrió sus puertas y permitió cumplir uno de mis mayores deseos y formar parte de la Gran Familia Narro, nunca te defraudaré y llevaré tu nombre en alto.

### **A mis asesores:**

Especialmente al Dr. José Hernández Dávila que me brindó su confianza y por ser un gran amigo y ejemplo a seguir. Al M. C. Alberto Sandoval Rangel, al M. Sc. José G. Ramírez Mezquitic y al Ing. Elyn Bacópulos Téllez, gracias por su consejo y apoyo.

### **Al Ing. Héctor Dávila Flores:**

Quién permitió que se realizara este trabajo de investigación en el Rancho Acatita perteneciente a su empresa Agro Mex de Vegetales. Gracias.

**A los Ing. Juan Ramírez, Álvaro García y Marcos González** quienes me brindaron su apoyo, entusiasmo y amistad. Gracias.

**Al Sr. José Luis Martínez y a la T. L. Q. Laura M<sup>a</sup> Durón de Mancha** quienes me apoyaron en trabajos de campo y laboratorio. Gracias.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

Por brindarme su apoyo, confianza y cariño. Los quiero.

### **A mis Hermanos**

Cristina y Jesús Gilberto por compartir su alegría y todo tipo de sentimientos.

### **A mis abuelos**

Francisca Olivia Espinoza Valdes y Antonio Ventura Cortéz<sup>†</sup> por su cariño y apoyo,  
Gracias.

### **A mis tíos**

Por darme consejos y darme ánimos para seguir adelante. Gracias.

### **A mis amigos**

Juan Ramírez, Esau Medrano, Marcos González, Álvaro García y especialmente a Lilia Muñoz, gracias por su apoyo.

### **A mis compañeros de trabajo y a toda la generación XCIV de Horticultura.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pag.
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
<u>I.- Introducción.....</u>	1
Objetivos.....	2
<u>II.- Revisión de Literatura.....</u>	3
El Cultivo del Cilantro.....	3
Origen y Distribución.....	3
Descripción Botánica.....	3
Condiciones Ecológicas.....	4
Labores Culturales.....	5
Fitosanidad.....	6
Cosecha e Importancia Económica.....	6
Temperatura.....	7
El Fósforo.....	9
Los Aminoácidos.....	10
Los ácidos Fúlvicos.....	13
<u>III.- Materiales y Métodos.....</u>	15
<u>IV.- Resultados y Discusión.....</u>	19
Días a Emergencia.....	18
Deficiencia de Fósforo.....	20
Concentración Endógena de Fósforo.....	22
Altura de Planta.....	24
Rendimiento.....	26
<u>V.- Conclusiones.....</u>	29
<u>VI.- Literatura Citada.....</u>	30

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Pag.</b>
1	Temperatura del suelo requerida para la germinación de tres especies hortícolas (Castaños, 1993; Lorenz <i>et al.</i> citados por Galván, 1994).....	8
2	Días a germinación a diferentes temperaturas del suelo para tres especies hortícolas (Castaños, 1993; Lorenz <i>et al.</i> citados por Galván, 1994).....	8
3	Análisis de varianza para la variable días a emergencia de semillas de seis variedades de cilantro.....	18
4	Análisis de varianza para deficiencia de fósforo en el cultivo de cilantro.....	20
5	Análisis de varianza para la variable concentración endógena de fósforo en el cultivo de cilantro.....	21
6	Análisis de varianza para altura de planta (cm) en el cultivo de cilantro.....	23
7	Análisis de varianza para la variable rendimiento (cajas.ha <sup>-1</sup> ) el cultivo de cilantro.....	24
8	Comparación de medias de la variable rendimiento de cilantro (cajas.ha <sup>-1</sup> ) por efecto de las tres fuentes de variación en estudio.....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Pag.</b>
1	Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable días a emergencia en seis variedades de cilantro. Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.....	19
2	Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable deficiencia de fósforo por efecto de la aplicación foliar de aminoácidos y fertilizante fosfatado. Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.....	20
3	Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable concentración endógena de fósforo por efecto de la aplicación foliar de aminoácidos y fertilizante fosfatado. Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.....	21
4	Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable altura de planta por efecto de la variedad. Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.....	23
5	Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable altura de Planta por efecto de la aplicación foliar de aminoácidos y fertilizante fosfatado. Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.....	24

## I.- INTRODUCCIÓN

El cilantro *Coriandrum sativum* L. es uno de los primeros miembros cultivados de la familia Apiaceae, antes Umbelliferae, pues existe bajo cultivo desde 5000 años a. de C. Es originario de la región del Mediterráneo y actualmente se cultiva en la mayoría de las regiones templadas del mundo; los principales países productores son La Unión Soviética, India, Marruecos, México, Rumania, Argentina, Irán y Pakistán. México ocupa el 4° lugar mundial como productor de cilantro. Los principales países importadores de cilantro son Alemania, USA, Sri Lanka y Japón (Diederichsen, 1996). En la República Mexicana, entre 1991-1998 se cultivaron en promedio 8000 ha anuales con rendimiento de 12.8 Ton.ha<sup>-1</sup>; destacan los estados de Puebla, Hidalgo, Baja California y Michoacán con el 61% de la superficie cultivada (INPOFOS, 1998; SAGAR, 1995). En el Noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) durante 2001 se sembraron 543 ha con producción de 21.3 Ton.ha<sup>-1</sup> y valor económico de 21.9 millones de pesos (SAGARPA, 2002; Reyes, 2003). Sin embargo, en esta región, en las siembras de invierno, uno de los principales problemas al que se enfrentan los productores de cilantro es a la coloración púrpura de la hoja de esta hortaliza. Coloración que por su sintomatología parece ser originada por la deficiencia de fósforo lo que a su

vez, se debe a la baja absorción de este nutrimento originada por las bajas temperaturas que prevalecen en esta época del año en la región.

La aplicación foliar de aminoácidos y productos fertilizantes fosfatados, pueden ayudar a eliminar el problema citado ya que, las bajas temperaturas se constituyen en un estrés para la planta que trae como consecuencia disminución del crecimiento y deficiencia en la absorción de fósforo.

Por lo anterior, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- 1.- Con la aplicación foliar del producto “Ángel”, disminuir el problema del estrés por bajas temperaturas en plantas de cilantro.
- 2.- Con la aplicación foliar del fertilizante fosfatado “Superfos”, eliminar los síntomas de deficiencia de fósforo.
- 3.- Promover el crecimiento de plantas de cilantro e incrementar la producción de esta hortaliza.

De los objetivos anteriores se desprenden las siguientes hipótesis:

- 1.- Con el producto “Ángel” y el fertilizante “Superfos” es posible disminuir y /o eliminar el problema del estrés por bajas temperaturas y los síntomas de deficiencia de fósforo en plantas de cilantro.
- 2.- Con el producto “Ángel” y el fertilizante “Superfos” se promueve el crecimiento y se incrementa la producción en el cultivo de cilantro.

## **II.- REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **El cultivo del cilantro**

#### 1.- Origen y distribución.

Raymond (1982) y Reed (1993) comentaron que el cilantro pertenece a la clase Dicotiledónea, es un miembro de la familia Apiaceae y se considera que es originario de Europa Meridional, Asia Menor y Norte de África, encontrándose espontáneamente en algunas regiones Españolas. Su introducción a América Latina fue en 1519 durante la colonización y después a través de Massachussets, Estados Unidos en 1670 por inmigrantes Europeos (Anónimo, 1999). Se cultiva en Europa, Medio Oriente, Norte de la India, Asia Menor y América (Rodale, 1961).

#### 2.- Descripción botánica.

El sistema radical del cilantro es fino y sencillo; su raíz principal, es axonomorfa, muy delgada y altamente ramificada, por estas características es muy difícil su trasplante. El tallo es dicotómico, delgado, cilíndrico, hueco, suave, herbáceo y erecto,

llega a medir hasta 90 cm de altura. Las hojas son compuestas con dos tipos de folíolos; los inferiores, son anchos, ovales y provistos de lóbulos dentados; los superiores, están divididos en cuatro o cinco segmentos largos y estrechos. El color de las hojas es verde intenso, aunque en ocasiones puede ser verde-amarillo. La inflorescencia es una umbela compuesta, tiene flores hermafroditas y estaminadas, de color blanco o ligeramente rozado, pentámera. El fruto es un esquizocarpo de tres a cinco milímetros de diámetro, color amarillo oscuro, esférico, formado por dos pequeñas mitades semiesféricas acopladas una contra la otra (diaquenio) y tiene estrías que son pequeños conductos que contienen aceite esencial. Cada fruto contiene dos semillas aplanadas de dos a tres milímetros de largo. Para que las semillas tengan capacidad de germinación, es necesario dejarlas secar a la sombra por tres meses después de la cosecha. La viabilidad de la semilla puede durar de seis a ocho años (Esau, 1959; Font, 1978; Simonetti, 1991; Diederichsen, 1996).

### 3.- Condiciones ecológicas.

El cilantro es una planta anual de fácil y rápido crecimiento, prefiere el sol pero crece bastante bien en sombra parcial. Diversos autores citaron que la temperatura óptima de germinación varía de 15 a 30 °C y que los mejores resultados se obtienen con temperaturas de 27 y 22 °C durante el día y la noche, respectivamente, con un tiempo necesario para germinar de 10 a 21 días (Putievsky, 1983; Jethani, 1984; ISTA, 1985). Valadez (1990) clasificó al cilantro como una hortaliza de clima frío cuya temperatura media mensual de crecimiento debe ser de 15 a 18 °C; por lo cual, es probable que este cultivo requiere de días cortos y de noches con temperatura fresca. Por su parte,

Sergeeva y Sill'Chenco (1984) reportaron que el cilantro resiste bajas temperaturas siendo críticas de - 8 a -9 °C para el sistema radicular y de -13 a -14 °C para el follaje. En México se cultiva en altitudes que van desde los 14 msnm en el norte de Tamaulipas hasta los 2350 msnm en el Valle de México, esto hace que los climas donde se le cultiva sean muy variados e incluye el seco estepario (Bs), seco desértico (Bw), templado lluvioso con invierno seco (Cw) y tropical lluvioso con invierno seco [AC<sub>(w)</sub>] (Andrío, 1989). En cuanto al fotoperíodo, el cilantro prospera bien en días cortos, pues en días largos el peso del follaje se reduce por la presencia del punteamiento prematuro. El cilantro, para obtener altos rendimientos prefiere suelos de textura ligera, fértiles, ricos en materia orgánica y pH ligeramente ácido (Morales, 1994). Sus requerimientos de humedad son altos al principio del ciclo del cultivo, para permitir la germinación, emergencia y establecimiento; por lo cual, se recomiendan riegos ligeros cada 5 o 6 días; de los 20 días en adelante, los riegos son una vez por semana (Ramírez, 1994).

#### 4.- Labores culturales

Para realizar la siembra se requiere que el suelo este bien mullido. La siembra se hace colocando la semilla entre 2-5 cm de profundidad con una densidad de siembra de 40-55 kg.ha<sup>-1</sup>. En la región sur de Coahuila, se realizan dos escardas; la primera, a los 15-20 días después de la siembra y la segunda a los 15 días después de la primera, utilizando un implemento conocido como "calavera" o una cultivadora de tracción mecánica (Ramírez, 1994).

## 5.- Fitosanidad

Como en todo cultivo, en el cilantro es necesario controlar las malezas, plagas y enfermedades. Así, las malezas se controlan con aplicaciones de CME 127 a dosis de 2.4-3.6 kg.ha<sup>-1</sup> o aplicar Afalon 50 PH a dosis de 1-2 kg.ha<sup>-1</sup>. Por otra parte, tanto las plagas como las enfermedades no son de importancia; sin embargo, se llegan a presentar plagas como *Diabrotica balteata*, *Nezara viridula*, *Trialeurodes spp*, *Empoasca spp* y *Aphis spp*, las cuales se pueden controlar con Lucatión a dosis de 1 L.ha<sup>-1</sup>. El damping-off se llega a presentar cuando las condiciones de humedad del suelo y la temperatura ambiental son altas, su control se puede hacer con Tecto 60 a dosis de 0.8 kg.ha<sup>-1</sup> o bien con Prozycar 50 % PH a dosis de 1.5 kg.ha<sup>-1</sup> (Ramírez, 1994).

## 6.- Cosecha e importancia económica

El cilantro, para producción de follaje fresco, se cosecha cuando la planta alcanza una altura de 25 a 30 cm y su coloración es verde intensa. Esto se logra a los 50-60 días después de la siembra en verano y a los 115-125 días después de la siembra en invierno. Los rendimientos promedio para exportación varían de 1000 a 1200 cajas.ha<sup>-1</sup>, incrementándose para mercado nacional hasta 2500 cajas.ha<sup>-1</sup>. La importancia del cilantro se pone de manifiesto considerando la superficie sembrada, la generación de divisas y los usos tan diversos que tiene esta hortaliza. Así, 23 estados de la Republica Mexicana son los que cultivan cilantro en una superficie total de 10,853 ha; con lo cual, generan una importante actividad económica, tanto por la comercialización nacional del producto, como por la generación de divisas a causa de la exportación de cilantro (SAGAR, 2000). El cilantro es usado principalmente como verdura para consumo

fresco, como aceite en perfumería, como condimento substituyendo a la pimienta, como medicamento cuando hay debilidad estomacal y de las vías digestivas, como saborizante en confituras, licores y alimentos enlatados, además es ampliamente usado en la industria de embutidos y también por sus efectos bactericidas, larvicidas y fungicidas (Rodale, 1961; SAGAR, 1995).

## 7.- Temperatura

En el proceso de germinación de una semilla viable, intervienen agua, temperatura, oxígeno y luz. Así, las semillas tienen la capacidad de germinar dentro de un rango definido de temperaturas, característico para cada especie. En este sentido, autores como Maroto (1989), Serrano (1990) y Lorenz *et al.* (citados por Galván, 1994) reportaron las temperaturas cardinales para la germinación de apio, perejil y zanahoria (especies de la misma familia que el cilantro); la temperatura mínima varió entre 4 y 8 °C, la óptima varió entre 15 y 25 °C y la máxima de 23.9 a 35 °C. Así mismo, citaron que los días a germinación en apio y perejil a temperatura óptima fueron de 10 días en un germinador y de 15 a 25 días en suelo. Estos mismos autores citaron que para tener buena germinación con temperaturas altas, se requirió una diferencia entre el día y la noche de 8-10 °C. Como complemento, Castaños (1993) y Lorenz *et al.* (citados por Galván, 1994) presentaron las temperaturas del suelo apropiadas para la germinación de algunas hortalizas de la familia Apiaceae (Cuadro 1) y los días requeridos para la germinación a diferentes temperaturas del suelo sembradas a una profundidad de 2.5 cm en suelo franco con buenas condición de humedad (Cuadro 2).

Cuadro 1. Temperatura del suelo requerida para la germinación de tres especies hortícolas (Castaños, 1993; Lorenz *et al.* citados por Galván, 1994).

Cultivos	Mínima °C		Óptima °C		Máxima °C	
	Castaños	Lorenz	Castaños	Lorenz	Castaños	Lorenz
Apio	5	4.4	21	21.1	30	29.4
Perejil	5	4.4	24	24.0	33	32.2
Zanahoria	5	4.4	27	26.6	35	35.0

Cuadro 2. Días a germinación a diferentes temperaturas del suelo para tres especies hortícolas (Castaños, 1993; Lorenz *et al.* citados por Galván, 1994).

Cultivos	Temperatura del suelo, °C								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Apio	NG	41	16	12	7	NG	NG	NG	NG
Perejil	ND	ND	29	17	14	13	12	ND	ND
Zanahoria	NG	51	17	10	7	6	6	9	NG

NG: no germinó, ND: no disponible

Por su parte Hernández et al. (2002) determinaron la temperatura óptima para germinación en siete genotipos de cilantro y su valor fue 15 °C. Los días a germinación variaron entre 7.4 y 14.7. Al sembrar las semillas en suelo los días a emergencia

variaron entre 9.7 y 11.7 días; la siembra se realizó a mediados de septiembre. En cambio, Arellano (1993) al sembrar cilantro en invierno determinó 19 días a emergencia.

## **El fósforo**

Las plantas pueden absorber los nutrimentos a través de las raíces, tallos y hojas; aunque, la mayor parte de los nutrientes es captado por las raíces. Sin embargo, la aplicación foliar es más eficiente a corto plazo para eliminar síntomas de deficiencia (Ruiz, 2000). En el caso del fósforo, la absorción se ve limitada por su poca movilidad en el suelo y por las bajas temperaturas ambientales. Este macroelemento, es parte esencial de ácidos nucleicos, fitina y fosfolípidos, a la vez que estimula el crecimiento inicial y la formación de las raíces (Us, 2000).

Los síntomas de deficiencia de fósforo en el lado dorsal de las hojas jóvenes muestran un color púrpura marcado que incluye, tanto las venas como las áreas intervenales. La superficie ventral de las hojas jóvenes es de color verde muy oscuro. Las hojas jóvenes son pequeñas y pueden manifestar enanismo. Las hojas mas viejas pueden mostrar clorosis intervenal ligera y necrosis; esta sintomatología se debe al movimiento de las antocianinas acumuladas en la base de los tallos y hojas viejas, hacia las hojas jóvenes (Taiz y Zeiger, 1991).

La escala para cuantificar el grado de deficiencia de fósforo, en cilantro, en base a síntomas visuales fue adaptada de la de Amparo Campa (1973) y reportada por Arellano (1993) y es la siguiente:

<b>GRADO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0	Normal	Hojas normales de color verde intenso
1	Leve	Hojas color verde oscuro
2	Fuerte	Hojas con bordes apicales de color púrpura
3	Muy Fuerte	Hojas con bordes color púrpura
4	Severa	Hojas color púrpura
5	Muy severa	Planta con enanismo y hojas color púrpura

### **Los aminoácidos**

Los aminoácidos, componentes básicos de las proteínas, son macromoléculas complejas que en las plantas, desarrollan funciones estructurales como componentes de la pared celular, funciones enzimáticas al catalizar procesos bioquímicos y funciones hormonales al actuar como señalizadores para que se lleven a cabo diversos procesos. Existen dos tipos de aminoácidos, los dextrógiros y los levógiros. Los aminoácidos que forman las proteínas y la mayoría de los que se encuentran en la naturaleza, son siempre de forma levógira (Gómez y Honty, 1997).

La síntesis de aminoácidos, es costosa para la planta con relación al requerimiento energético que precisa (Sánchez, 1999). Este gasto de energía es especialmente importante en momentos en los cuales la fisiología de la planta no es óptima, como puede ser en el caso de estrés por altas o bajas temperaturas,

enfermedades o estrés hídrico. Además, está demostrado que las plantas bajo estrés necesitan incrementar el contenido total de aminoácidos libres para soportar dicha situación. Esto lo hacen a costa de disminuir la formación de proteínas, lo que provoca reducción en su tasa de crecimiento (Gómez y Honty, 1997).

A finales de los años 70s surgió la alternativa en agricultura, de la fertilización directa de las plantas con aminoácidos libres. Este método, evitaría la transformación química del nitrógeno nítrico y amónico dentro de la planta en aminoácidos y, por tanto llevaría a esta a un importante ahorro energético, que le ayudaría tanto a superar situaciones de estrés como para fomentar su crecimiento y desarrollo (Sánchez, 1999).

Pruebas realizadas aplicando aminoácidos radiactivos (marcados con  $C^{14}$ ) han demostrado que éstos entran rápidamente en la planta y, entre 5 y 20 % se integra en ella antes de 24 horas dependiendo del tipo de aminoácido, de la planta y de factores externos. Estos aminoácidos, por su rápida incorporación al metabolismo de las plantas, como si fueran éstas las que los han sintetizado, contribuyen al proceso de crecimiento y desarrollo (Chávez, 2003).

En la actualidad los aminoácidos están considerados dentro del grupo de los bioactivadores y con la aplicación de ellos, el objetivo principal es favorecer y potenciar el metabolismo vegetal al lograr entre otros, los siguientes objetivos: aumentan la permeabilidad celular, potencian la absorción de nutrientes minerales, facilitando su transporte a través de la savia, aceleran la recuperación de las plantas sometidas a

condiciones adversas tales como: trasplante, altas o bajas temperaturas, granizo, efectos tóxicos de tratamientos fitosanitarios, etc. (Chávez, 2003).

En general, hay tres tipos de efectos de los aminoácidos, al ser aplicados a las plantas: 1) efecto trófico, al ser metabolizados rápidamente originan sustancias biológicamente útiles que vigorizan y estimulan la vegetación por lo que, resultan de gran interés en los períodos críticos de los cultivos. 2) Efecto hormonal, estimulan la formación de clorofila, de ácido indolacético, producción de vitaminas y síntesis de numerosos sistemas enzimáticos y 3) efecto regulador en el metabolismo de los microelementos, pueden formar quelatos con los microelementos hierro, cobre, zinc y manganeso, favoreciendo su transporte u penetración a través de las células vegetales (García, 2001).

La aplicación de los aminoácidos viene determinada por una serie de condiciones que originan una situación adversa para la planta. Entre estas condiciones se pueden citar cambios bruscos de temperatura, heladas, deficiencias de macro y micronutrientes y sequía (García, 2001). La aplicación de aminoácidos puede ser al suelo de donde se absorben por vía radicular igual que el nitrógeno nítrico o amónico y la savia lo reparte por toda la planta; y por vía foliar, que es la mas utilizada ya que pueden aplicarse con fertilizantes foliares, productos fitosanitarios, etc., traslocandose los aminoácidos desde las hojas al resto de la planta (Sánchez, 1999).

Los principales aminoácidos y su función en las plantas son: Aspártico y arginina, ayudan a absorber y asimilar los macro y micronutrientes que la planta

necesita; metionina, favorece el desarrollo de la raíz; triptofano, como precursor de la auxina favorece la acción hormonal; valina, desempeña una importante función nutritiva en la germinación; prolina, regula la presión osmótica y controla la actividad de los estomas y la glicina que es precursor de sustancias constituyentes de la clorofila, por lo que desempeña un papel importante en la fotosíntesis (Anónimo, 1999a).

### **Los ácidos fúlvicos**

Por otra parte, a principios de siglo XIX surgieron las primeras teorías para explicar el papel de las sustancias húmicas en la nutrición vegetal, llegando al extremo de pensar que el humus era el único material que podía proveer de nutrientes a las plantas. Por eso, al inicio de la industria de los fertilizantes, los productos comerciales incluyeron tanto minerales como sustancias húmicas. El término sustancias húmicas se refiere a la mezcla heterogénea de materiales orgánicos producto del proceso de descomposición total de residuos animales y vegetales en el medio ambiente, proceso conocido como humificación (Campos, 2000). Las dos principales fracciones de las sustancias húmicas que se utilizan hoy en día son los ácidos húmicos y los fúlvicos (Holding, 2002).

Delfune y Scofield (1999) señalaron que los ácidos húmicos y fúlvicos influyen en la estructura anatómica de la planta y en particular, acelera la diferenciación del ápice de crecimiento, aumenta la permeabilidad de las membranas vegetales e incrementa la absorción de los nutrimentos. Por su parte, Cooper *et al.* (1998) reportaron que un incremento en el desarrollo y aumento de peso de la planta es el resultado del efecto que

ejercen las sustancias húmicas en dos de los procesos mas importantes de los vegetales como son, la fotosíntesis y la respiración.

Pineda *et al.* (2003) aplicaron el producto comercial “ángel” que contiene 16 % de aminoácidos y ácidos fúlvicos 50 %, a plantas de tomate y reportaron que la altura de planta y el diámetro de tallo no fueron afectados; en cambio, el peso de fruto comercial se incrementó hasta 1.20 kg.planta<sup>-1</sup> en comparación con el testigo que produjo 0.95 kg.planta<sup>-1</sup>, cuando se aplicó 0.125 % de “ángel”. Bajo condición de estrés hídrico y de salinidad el producto “ángel” incrementó el rendimiento en 37.3 y 50 %, respectivamente.

Rodríguez *et al.* (2003) aplicaron el producto comercial “ángel” que contiene 16 % de aminoácidos y ácidos fúlvicos 50 %, a plantas de calabacita y reportaron que la altura de planta, el peso seco de la planta, el número de frutos por planta y el peso de fruto comercial se incrementaron por la aplicación del producto “ángel” sobresaliendo, la dosis de 0.50 %. Bajo condición de estrés hídrico y de salinidad el producto “ángel” incrementó el rendimiento cuando se aplicó en dosis de 0.125 y 0.25 %, no así al aplicar 0.50 %.

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS.

El experimento fue establecido en terreno del Rancho Agrícola “Acatita” que se localiza en el km 45 de la carr. 57 tramo Saltillo – Monclova, durante el ciclo agrícola otoño – invierno 2003 – 2004. El suelo es color claro debido al carbonato de calcio, arcilloso, profundidad de 35 cm y está localizado sobre un estrato calcáreo, duro y continuo denominado petrocálcico (Mendoza, 1987). Los factores en estudio fueron:

Factor A. Variedades de cilantro con seis niveles:

a.1.- Marroquí

a.2.- Líder

a.3.- Sun Master

a.4.- Santos

a.5.- Romaine

a.6.- Criollo de Arteaga

Factor B. Fertilizantes de uso especial (Ángel y Superfos) con cuatro niveles:

1.- testigo

2.- 1 L.ha<sup>-1</sup> de Ángel

3.- 1 L.ha<sup>-1</sup> de Ángel + 1 L.ha<sup>-1</sup> de Superfos

4.- 1 L.ha<sup>-1</sup> de Superfos.

Los 24 tratamientos, fueron establecidos en bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. La parcela grande ocupó una superficie de 37.26 m<sup>2</sup> y la parcela chica ocupó 8.28 m<sup>2</sup>, en estas últimas se establecieron 3 surcos a doble hilera, de 3 m de longitud y 92 cm de separación entre ellos. El producto Ángel es utilizado como un antiestrés y es elaborado por Química Rosenberg Burgos S. A. de C. V., cuya composición es: ácidos fúlvicos 50 %, carbohidratos 17 %, polisacáridos 17 % y aminoácidos 16 %. El fertilizante fosfatado Superfos es un producto que en su fórmula 12 – 60 – 00 contiene 12 % de nitrógeno y 60 % de fósforo. Los productos aminoácidos y superfos se aplicaron cinco veces durante el ciclo del cultivo iniciando a los 50 dds (días después de la siembra), la 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> aplicación se hicieron con intervalos de una semana y la 5<sup>a</sup> aplicación se hizo a los 15 días después de la 4<sup>a</sup>, se utilizó una mochila de 20 L de capacidad y se asperjó el equivalente a 300 L.ha<sup>-1</sup>.

El agua de riego se extrajo de pozo profundo y se clasifica como de salinidad media que puede ser utilizada para riego de la mayoría de los cultivos. El agua de riego se aplicó con cintilla T – tape con goteros espaciados a 30 cm y gasto de 480 L por hora en 100 m. El número de riegos fue 35 y se regó cuando el suelo contenía el 60 % de la humedad aprovechable. La siembra se realizó el 24 de noviembre de 2003 en tierra seca. Se utilizó una sembradora de precisión Jarden Seeds de operación manual y se sembraron 45 kg de semilla por ha.

Las variables medidas fueron:

**Días a emergencia**, se contaron los días desde la siembra hasta que el 80 % de la longitud de dos surcos estuvo cubierta con plantas.

**Deficiencia de fósforo**, se utilizó la escala propuesta por Amparo Campa, citada por Arellano (1993) para lo cual se cuantificó el grado de deficiencia del fósforo en 1 m lineal de plantas de cilantro observando la sintomatología relacionada con este elemento.

**Concentración endógena de fósforo**, se determinó por fotolorimetría para lo cual se realizó lo siguiente: a los 85 dds se muestrearon los tratamientos para colectar en material vegetativo (hojas), cortando las plantas de 20 cm de surco, la muestra se colocó en bolsas de papel para trasladarlas al laboratorio donde se lavaron con agua de la llave y jabón; en seguida se enjuagaron con agua de la llave y luego se pusieron en una solución de ácido clorhídrico al 1 % por 2 min, enseguida se enjuagaron con agua destilada por tres veces y pusieron a secar en estufa de aire forzado a 60 °C por 24 horas. El material ya seco se molió, se pesó un gramo y se colocó en matraz erlenmeyer de 125 ml y se le agregaron 30 ml de una mezcla de ácido nítrico y ácido perclórico al 70 % en proporción 1:2 (v / v); el matraz se tapó con un vidrio de reloj y se colocó en parrilla eléctrica donde se llevó a cabo la digestión, que duró entre 4 y 5 horas. Se dejó enfriar y se agregó agua desionizada; esta solución se filtró con papel filtro con papel wahtman # 42. El filtrado se aforo a 100 ml con agua desionizada, se vació a un envase de polietileno. Se tomó 1 ml de la muestra y se colocó en un tubo de ensaye (perfectamente lavado con jabón libre de fósforo y enjuagando tres veces con agua destilada). A esta muestra se le agregó 5 ml de una solución de molibdato de amonio y 2 ml de solución de ácido aminonaftolsulfónico, el tubo de ensaye se agita para mezclar y se deja reposar por 20 min. En el fotolorímetro, se vació la muestra a la celdilla y se leyó en la longitud

de 650 nm de transmitancia. Con el dato obtenido se buscó la concentración parcial del fósforo por medio de la curva estándar y se ajustó a la cantidad que se pesó usando la siguiente fórmula:

$Mg / g = (lectura \times 10^{-3}) / (g/ml \times dilución)$ , donde:

Mg / g = miligramos de fósforo x gramo de muestra

Lectura = lectura en la curva estándar a partir del dato obtenido en el fotocolorímetro

g/ml = gramos de muestra mililitros aforados originalmente

dilución = mililitros de muestra analizados en el fotocolorímetro.

**Altura de planta**, a los 60 dds, con regla métrica se midió desde el cuello de la planta hasta la parte mas alta de la misma y

**Rendimiento**, a los 101 dds se cosecharon las plantas en 1 m<sup>2</sup> de superficie por unidad experimental y se hicieron manojos del tipo nacional; con ello, se estimó el número de cajas por hectárea al considerar que una caja contiene 60 manojos del tipo citado (una caja pesa aproximadamente, 11.50 kg).

#### IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

**Días a emergencia.** Para realizar el análisis de varianza el diseño experimental fue considerado como un bloques al azar y resultó que hay diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre tratamientos (Cuadro 3). La comparación de medias (Tukey, 0.05) indicó que excepto la variedad Sun Master, estadísticamente inferior al resto, las variedades tienen similar comportamiento en esta etapa fenológica del crecimiento del cilantro con valor en los días a emergencia entre 18.75 y 20.25 (Figura 1). Estos resultados, coinciden con los reportados por Arellano (1993) quien sembró cilantro en invierno y reportó 19 días para completar la etapa de emergencia y se contraponen con los resultados de Hernández *et al.* (2002) quienes reportaron entre 9.7 y 11.7 días para completar esta misma etapa. En función de los resultados obtenidos en este estudio y, al considerar lo reportado por Putievsky (1983), Jethani (1984) e ISTA (1985) en relación a que la temperatura de germinación del cilantro varía entre 15 y 30 °C y tarda de 10 a 21 días para germinar, es probable que la temperatura del suelo prevaleciente durante la germinación y emergencia del cilantro, en este estudio, haya estado alrededor de 15 °C y por lo tanto tardó más días en germinar. Por otra parte, la variedad Sun Master más que ser tardía para emerger es probable que la semilla utilizada tenga bajo poder germinativo ya que, la población de plantas en las unidades experimentales sembradas con esta variedad, siempre permaneció baja.

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable días a emergencia de semillas de seis variedades de cilantro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	192.5000	38.5000	80.5777	0.000**
BLOQUES	3	4.8330	1.6110	3.3717	0.046*
ERROR	15	7.1670	0.4778		
TOTAL	23	204.5000			C.V. = 3.33 %

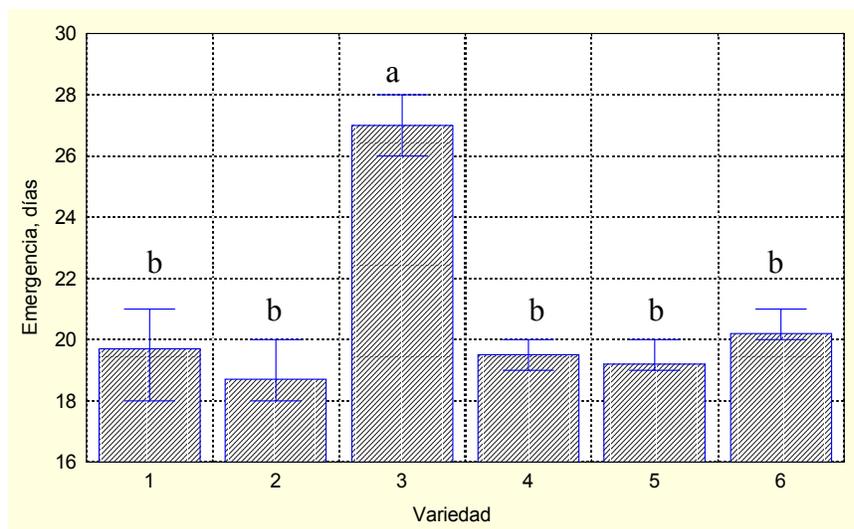


Figura 1. Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable días a emergencia en seis variedades de cilantro. Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.

**Deficiencia de fósforo.** El análisis de varianza detectó diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en el Factor B, fertilizantes de uso especial (Cuadro 4). Por ello se realizó la comparación de medias (Tukey, 0.05) donde se encontró que el testigo presentó el

mayor grado de deficiencia de fósforo y fue estadísticamente igual al tratamiento donde se aplicó Ángel. Los tratamientos con menor grado de deficiencia de este macronutriente fueron donde se aplicó Ángel mas Superfos y Superfos solo aunque, son estadísticamente iguales al tratamiento donde se aplicó Ángel solos (Figura 2). Estos resultados eran de esperarse pues primero, como lo citó Us (2000) la absorción del fósforo desde el suelo se ve limitada por la poca movilidad de este elemento y por las bajas temperaturas prevalecientes situación, que se presentó durante las primeras etapas del experimento y segundo porque como lo citó Ruiz (2000) la aplicación foliar de nutrimentos, es eficiente para eliminar los síntomas de deficiencia; lo cual, se logró en los tratamientos donde se aplicó Superfos y Ángel. Con Superfos porque contiene fósforo y con Ángel porque contiene aminoácidos y ácidos fúlvicos que incrementan la absorción de los nutrimentos.

Cuadro 4. Análisis de varianza para deficiencia de fósforo en el cultivo de cilantro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIÓN	3	1.458344	0.486115	0.7172	0.560
FACTOR A	5	1.833344	0.366669	0.5410	0.744NS
ERROR A	15	10.166656	0.677777		
FACTOR B	3	2.375000	0.791667	4.8169	0.005**
INTERACCIÓN	15	2.250000	0.150000	0.9127	0.556NS
ERROR B	54	8.875000	0.164352		
TOTAL	95	26.958344			C.V. (error B) = 18.19 %

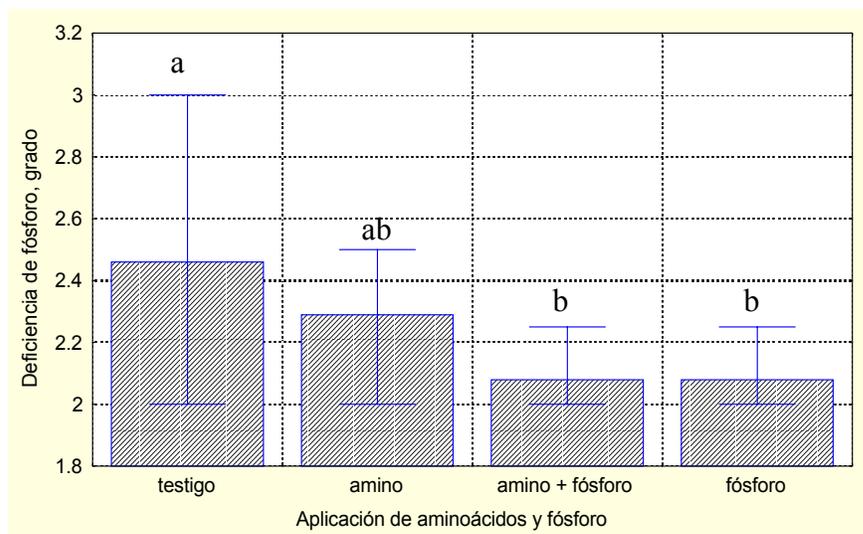


Figura 2. Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable deficiencia de fósforo por efecto de la aplicación foliar de Ángel y Superfos.

Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.

**Concentración endógena de fósforo.** El análisis de varianza detectó diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en el Factor B, fertilizantes de uso especial (Cuadro 5). Por ello se realizó la comparación de medias (Tukey, 0.05) donde se encontró que el testigo presentó la menor concentración de fósforo y fue estadísticamente igual al tratamiento donde se aplicó Ángel. El tratamiento con mayor concentración de este macronutriente fue donde se aplicó Ángel mas Superfos y fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos excepto, para aquel tratamiento donde se aplicó Superfos solo (Figura 3). La explicación dada para la variable anterior aplica también para esta variable con la equivalencia “menos síntomas de deficiencia de fósforo” lleva a las plantas a “mayor concentración endógena de fósforo”.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable concentración endógena de fósforo en el cultivo de cilantro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIÓN	3	0.480591	0.160197	1.6827	0.213
FACTOR A	5	0.919800	0.183960	1.9323	0.148NS
ERROR A	15	1.428040	0.095203		
FACTOR B	3	4.532043	1.510681	6.8015	0.001**
INTERACCIÓN	15	3.001221	0.200081	0.9008	0.568NS
ERROR B	54	11.993896	0.222109		
TOTAL	95	22.355591			C.V.(error B) = 17.99 %

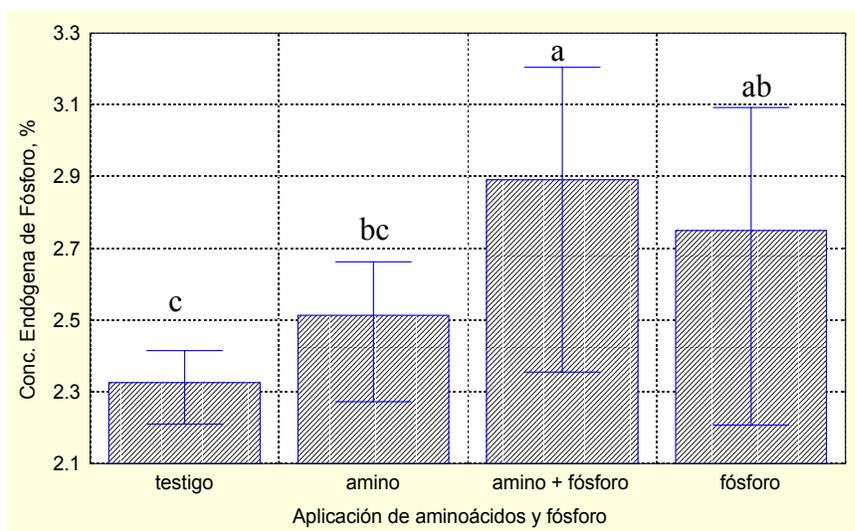


Figura 3. Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable concentración endógena de fósforo por efecto de la aplicación foliar de Ángel y Superfos. Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.

**Altura de planta.** El análisis de varianza detectó diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en el Factor A variedades y en el Factor B, fertilizantes de uso especial (Cuadro 6). Por ello se realizó la comparación de medias (Tukey, 0.05) para el Factor A donde se pudo observar que la variedad Sun Master es estadísticamente diferente al resto de las variedades que son entre si, estadísticamente iguales y superiores a la variedad citada (Figura 4). Esta diferencia puede ser el efecto de que esta variedad fue tardía para emerger y no logró las tasas de crecimiento que se tuvieron en las otras variedades. La comparación de medias para el Factor B encontró que el testigo presentó la menor altura de planta y fue estadísticamente igual al tratamiento donde se aplicó Ángel. Los tratamientos con mayor altura de planta fueron donde se aplicó Ángel mas Superfos y Superfos solo y son estadísticamente iguales entre sí pero, superiores a los dos tratamientos anteriormente citados (Figura 5). Lo anterior, es probable, sea el resultado de que las sustancias húmicas aceleran la diferenciación del ápice de crecimiento que finalmente, se tradujo en mayor altura de planta. En cuanto a la menor altura de planta que se tuvo en el testigo, se pudo deber al hecho de que las plantas bajo estrés, necesitan mayor cantidad de aminoácidos para soportar dicha situación y esto, lo hace la planta a costa de disminuir la formación de proteínas lo que provoca reducción en su tasa de crecimiento (Gómez y Honty, 1997).

Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de planta (cm) en el cultivo de cilantro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIÓN	3	23.822266	7.940755	0.4276	0.739
FACTOR A	5	760.260742	152.052155	8.1886	0.001**
ERROR A	15	278.532227	18.568815		
FACTOR B	3	173.012695	57.670898	8.1886	0.000**
INTERACCIÓN	15	113.318359	7.554557	1.1562	0.333NS
ERROR B	54	352.828125	6.533854		
TOTAL	95	1701.774414			C.V.(error B) = 21.77 %

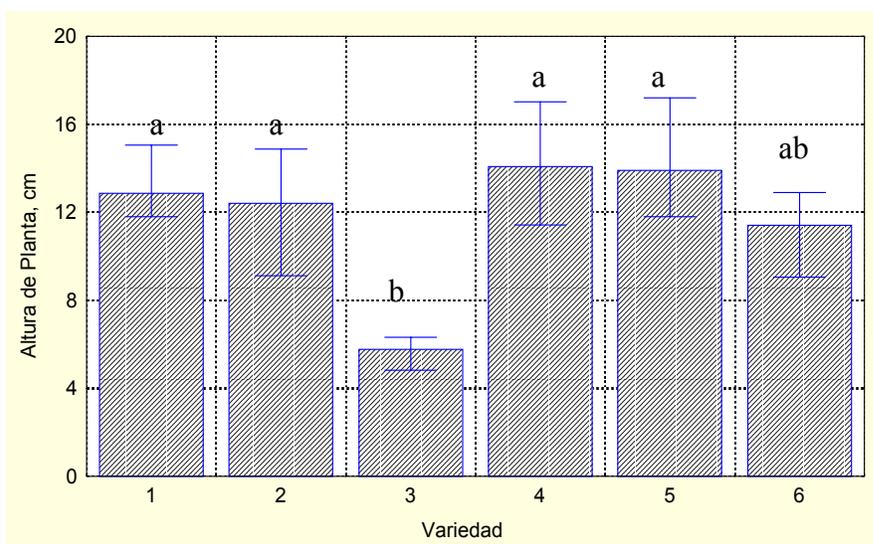


Figura 4. Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable altura de planta por efecto de la variedad. Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.

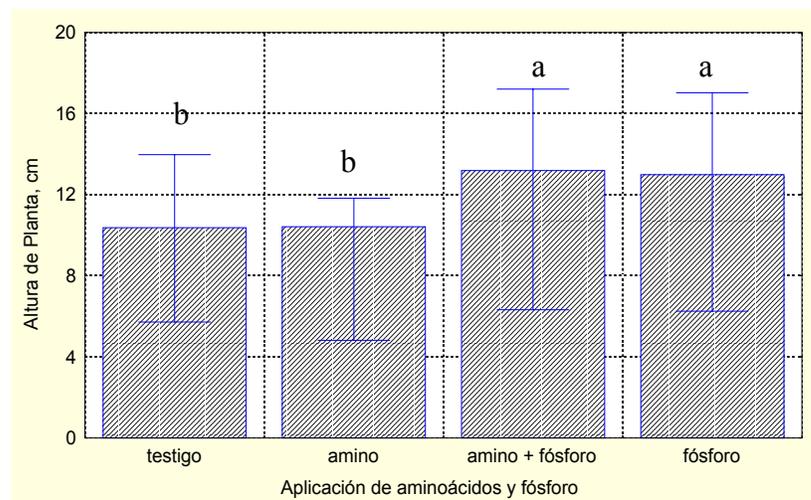


Figura 5. Comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable altura de planta por efecto de la aplicación foliar de Ángel y Superfos.

Los valores son promedios de cuatro repeticiones con su error estándar.

**Rendimiento.** El análisis de varianza detectó diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las tres fuentes de variación variedades, fertilizantes de uso especial y su interacción (Cuadro 7). Por ello se realizó la comparación de medias (Tukey, 0.01) donde se encontró que la mejor interacción se tuvo con la variedad Marroquí mas aplicación foliar de Ángel mas Superfos con rendimiento de 2333.5 cajas.ha<sup>-1</sup> y la interacción con la menor producción se tuvo con la variedad Sun Master mas la aplicación foliar de Ángel con 583.5 cajas.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 8). Es decir, incremento del rendimiento de 300 %. Sin embargo, al comparar la fertilización foliar dentro de la variedad Marroquí donde el testigo rindió 2124.7 cajas.ha<sup>-1</sup>, se tiene que al aplicar Ángel y Superfos, el incremento del rendimiento fue 9.83 %. Es posible que estos resultados se deban al incremento en el desarrollo y aumento de peso de la planta como resultado del efecto que ejercen las

sustancias húmicas en la fotosíntesis y respiración (Cooper *et al.*, 1998). En relación al rendimiento comercial que se obtiene en la región, el mayor rendimiento obtenido en este estudio significó incremento de casi el 100 %. También, los resultados aquí reportados coinciden con lo citado por Pineda *et al.* (2003) y con Rodríguez *et al.* (2003) quienes trabajaron con tomate y calabacita, respectivamente y reportaron incremento del rendimiento hasta en 50 %.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable rendimiento (cajas.ha<sup>-1</sup>) el cultivo de cilantro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIÓN	3	344784.00	114928.00	0.7490	0.542
FACTOR A	5	19432880.00	3886576.00	25.3287	0.000**
ERROR A	15	2301680.00	153445.33		
FACTOR B	3	2460816.00	820272.00	27.5882	0.000**
INTERACCIÓN	15	1310800.00	87386.66	2.9391	0.002**
ERROR B	54	1605568.00	29732.74		
TOTAL	95	27456528.00			C.V.(error B) = 10.48 %

\*\* diferencias estadísticas con  $P \leq 0.01$

Cuadro 8. Comparación de medias de la variable rendimiento de cilantro ( $\text{cajas.ha}^{-1}$ ) por efecto de las tres fuentes de variación en estudio.

FACTOR		FACTOR B				
A	1	2	3	4	MEDIA	
1	2124.7aA	2000.0 aA	2333.5 aA	2249.7 aA	2177.0 A	
2	1333.5 cB	1458.2 bcA	1875.0 aAB	1791.7 abA	1614.6 AB	
3	625.2 aC	583.5 aB	875.0 aC	916.7 aB	750.1 C	
4	1875.0 abAB	1708.5 bA	1750.0 bAB	2166.5 aA	1875.0 AB	
5	1833.5 aAB	1416.5 bA	2208.5 aAB	2166.7 aA	1906.3 AB	
6	1374.7 aB	1541.7 aA	1583.5 aB	1708.5 aA	1552.1 B	
MEDIA	1527.8 b	1451.4 b	1770.9 a	1833.3 a		

Mismas letras, ABC, en columnas, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.01)  
Mismas letras, abc, en hileras, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.01)

## V.- CONCLUSIONES

- 1.- En días a emergencia, todas las variedades tuvieron comportamiento similar excepto, la Sun Master que fue mas tardía con 27 días para emerger.
- 2.- La deficiencia de fósforo se corrigió con mayor grado en las plantas donde se aplicó Ángel mas Superfos y Superfos solo. En cambio, la mayor deficiencia se presentó en las plantas testigo y en aquellas donde se aplicó Ángel solo. Este mismo comportamiento se observó en la variable concentración endógena de fósforo.
- 3.- Con la aplicación foliar de Ángel mas Superfos se incrementó la altura de la planta y las variedades tuvieron comportamiento similar en altura de planta excepto, la Sun Master que fue la que presentó menor altura.
- 4.- Con la aplicación foliar de Ángel mas Superfos se incrementó la producción de follaje de cilantro y el mejor tratamiento resultó ser la variedad Marroquí con la aplicación foliar de Ángel mas Superfos.

Finalmente se considera que es importante aplicar foliarmente la mezcla de Ángel mas Superfos debido a que el primero saca a las plantas de cilantro del estrés y permite la asimilación del fósforo nativo o del aplicado a través del Superfos lo cual, se refleja en el crecimiento y por tanto en el rendimiento.

## VI.- LITERATURA CITADA

Andrio, E. E. 1989. Comportamiento de 15 colecciones de cilantro en la región de Ramos Arizpe, Coahuila. Ciclo Verano 1988. Tesis Licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coahuila.

Anónimo. 1999. La costa del Golfo, umbral de la historia mexicana (II). En: El Mundo Huasteco y Totonaco.

<http://mexicodesconocido.com.mx/indigena/huasII.htm>

Anónimo. 1999a. La fertilización con aminoácidos. Industria de agroquímicos (Plaguicidas e Insumos de Nutrición Vegetal). Año 3, N° 8. Pp 23 – 24.

Arellano R., J. J. 1993. Respuesta del cilantro *Coriandrum sativum* L. a la aplicación de ácidos húmicos y estiércol bovino. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Campos C., A. 2000. Ácidos Húmicos y Fúlvicos: El rol de las sustancias húmicas en la nutrición vegetal. In: Memorias del Simposium Internacional de Nutrición Vegetal. ITESM, Campus Monterrey. Monterrey, N. L., México.

- Castaños C., M. 1993. Horticultura, manejo simplificado. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 643 p.
- Chávez R., C. 2003. Uso de aminoácidos en la agricultura. *In: El Extensionista*, boletín técnico informativo. Vol. 1 Num. 1. Editor A. Kamara K. Saltillo, Coahuila, México.
- Cooper, R. J., C. Liu and D. S. Fisher. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Sci.* 38: 1639 – 1644.
- Delfune, G. and A. M. Scofield. 1999. Efectos de los ácidos húmicos y de tres preparados biodinámicos en el crecimiento de plántulas de trigo. *In: I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Toledo, España. [www.agroecologia.net/congreso/toledo/25pdf](http://www.agroecologia.net/congreso/toledo/25pdf)
- Diederichsen, A. 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 3. Institute of plant genetics and crop plant research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 83 p.
- Esau, K. 1959. Plant anatomy. Ed John Willey & Sons, New York.
- Font Q., P. 1978. Plantas Medicinales. El dioscórides renovado. 4ª. Edición. Editorial Labor, S.A. Barcelona, España. Pp 482-483.
- Galván P., B. 1994. Influencia de la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas hortícolas. Los conceptos de unidades calor y métodos de cálculo. INIFAP, Sonora. Notas sin publicar.

- García R., R. 2001. Fertilizantes de uso especial: quelatos, aminoácidos, ácidos húmicos, correctores de salinidad. *In: Suelo y Nutrición Mineral*.  
<http://www.ediho.es/tradecorp>.
- Gómez, A. y G. Honty. 1997. Agricultura Sustentable: Ajustes Tecnológicos o Nuevo Paradigma. [www.corpmisti.com.pe/novedades/aminoacidos.htm](http://www.corpmisti.com.pe/novedades/aminoacidos.htm)
- Hernández, D. J., F. Zavala García, C. G. S. Valdes Lozano, G. Salinas García, E. Cárdenas Cerda, F. Montes Cavazos, H. Gámez García y A. B. Carballo Clemente. 2002. Estimación del umbral mínimo y unidades calor en cilantro *Coriandrum sativum* L. *PHYTON*, 227 – 238.
- Holding, B. 2002. Ácidos Húmicos: un componente esencial para el crecimiento de la planta. [www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf](http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf)
- INPOFOS. 1998. Informaciones Agronómicas. Vol. 2 Núm. 3, 176 p.
- ISTA. 1985. International Seeds Testing Association. International Rules for Seed Testing, Rules Zurich, Switzerland.
- Jethani, I. 1984. Revised studies on the seed testing procedures of coriander. *Horticultural Abstracts* (54) 8:5709.
- Maroto, J. V. 1989. Horticultura herbácea especial, 3ª edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 629 p.
- Morales P., A. 1994. Inhibición del “punteado prematuro” en cilantro *Coriandrum sativum* L. cv Criollo de Ramos con aplicación foliar de etileno. tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Pineda P., J., F. Rodríguez N., M. A. Vergara S. y A. Vázquez A. 2003. Efecto de las sustancias húmicas, aminoácidos y polisacáridos en la producción de jitomate.

- In: Memorias del XX Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. UACH, Chapingo, México. p 136.
- Putievsky, E. 1983. Effects of day length and temperature on growth and yield components of three seed spices. Horticultural Abstracts (53) 61:16
- Ramírez G., J. 1994. Respuesta de la floración prematura de cilantro *Coriandrum sativum* L. a diferentes frecuencias de riego y dosis de fertilización nitrogenada. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Raymond, D. 1982. Cultivo práctico de hortalizas. Editorial CECSA. México. pp 144
- Reed, D. 1993. General horticulture laboratory manual. Ed. Alpha Editions. Department of Horticultural Sciences, Texas A & M University, College Station, Texas.
- Reyes, H. 2003. Productor y comercializador de cilantro en el noreste de México. Saltillo, Coahuila, México. Comunicación Personal.
- Rodale, J. L. 1991. How to growth vegetables and fruits by the organic method. Ed. Rodale Press, USA. Pp 876-877.
- Rodríguez N., F., M. A. Vergara S., J. Pineda P. y A. Vázquez A. 2003. Efecto de las sustancias húmicas, aminoácidos y polisacáridos en la producción de calabacita. In: Memorias del XX Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. UACH, Chapingo, México. p 135.
- Ruiz S., G. 2000. Hidroponía Comercial. Editorial Diana, México. Pp 22 – 24.
- SAGAR. 1995. Anuario Estadístico. Dirección de Estadística y Cálculo de México.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico. Dirección de Estadística y Cálculo de México.

- Sánchez G., D. 1999. Funciones químicas y físicas de los ácidos húmicos y fúlvicos en la fertilización. *Industria de Agroquímicos (Plaguicidas e insumos de nutrición Vegetal)*. Año 3, N° 7. Pp 26 – 27.
- Sergeeva, D. S. y V. M. Sill'Chenco. 1984. Resistance of coriander to low temperatures. *Fizioloi'ys, Biokhimyz ku'l tuinykn Rosteni*. Ukranian, URSS 16 (1): 52-55.
- Serrano C., Z. 1990. Producción en invernaderos. Editorial Mundi Prensa, España. 644 p.
- Simonetti, G. 1991. Guía de hierbas y especias. Ed. Grijalvo, México.
- Taiz, I. and E. Zeiger. 1991. *Plant Physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc. Redwood City, Cal., U.S.A. 559 p.
- Us T., R. 2000. Selección de híbridos y dosis de fertilización para el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare* M.) con ferti – irrigación en Anahuac, N. L. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Valadez L., A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial LIMUSA, 1ª Reimpresión. México. pp 36, 274.