

# UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

## DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Estudio de Diversos Sustratos Orgánicos y Aplicación  
Foliar de Ácidos Fúlvicos en la Producción de Plántula de  
Alcachofa (Cynara scolymus L.) var. Green Globe, En Invernadero.**

Por:

**LUIS MIGUEL MENDOZA MALAGÓN**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**Estudio de Diversos Sustratos Orgánicos y Aplicación  
Foliar de Ácidos Fúlvicos en la Producción de Plántula de  
Alcachofa (Cynara scolymus L.) var. Green Globe, en Invernadero.**

Por:

**LUIS MIGUEL MENDOZA MALAGÓN**

**TESIS**

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Presidente del jurado

Sinodal

\_\_\_\_\_  
**Ph. D. Juan Carlos Zúñiga Enríquez**

\_\_\_\_\_  
**Ph. D. Luis Miguel Lasso Mendoza**

Sinodal

Sinodal

\_\_\_\_\_  
**MC. Adolfo Ortega Pérez**

\_\_\_\_\_  
**MC. Eliseo Martínez Cruz**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

---

**MC. Arnoldo Oyervides García**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero de 2006

**AGRADECIMIENTOS**

*Le agradezco sinceramente a Don Antonio Narro Rodríguez<sup>†</sup>, por haber iniciado una obra de gran valor social y de filantropía. Porque gracias a Usted muchos tenemos la oportunidad de progresar y superarnos en la vida.*

*Quiero agradecer a mi “Alma Terra Mater”, por haberme acogido, abrigado y formado con toda su infraestructura que posee, así como también por las bondades y servicios que me ha dado. Gracias, por darme la buena reputación que poseo como egresado tuyo, voy a hacer lo posible porque esa buena reputación sea recíproca.*

*Mis más sinceros y respetuosos agradecimientos al Ph. D. Luis Miguel Lasso Mendoza, por sus enseñanzas, consejos, por su aliento para mi superación y por lo más importante que es la amistad y la confianza que depositó en mí al darme la oportunidad de realizar este trabajo, además de brindarme su apoyo incondicional.*

*Al Ph. D. Juan Carlos Zúñiga Enríquez, por ser un buen maestro, por sus valiosos consejos y aliento para ser cada día mejor. Además por su gran apoyo para la conclusión de este trabajo, ya que contribuyó incansablemente para poder realizarlo.*

*Al MC. Adolfo Ortega Pérez, por colaborar en la revisión de la tesis, así como también sus consejos y su gran positivismo sobre el trabajo realizado.*

*Al MC. Eliseo Martínez Cruz, por las facilidades y el apoyo que aportó para poder realizar todo el trabajo de campo de la tesis.*

*A la empresa MIYAMONTE MEX, por haber colaborado con los materiales y los productos utilizados durante la presente investigación.*

*A todos los maestros, de cada uno de los niveles académicos que pasé, porque me brindaron y compartieron sus conocimientos conmigo, además de que me instruyeron durante mi formación como estudiante.*

*A mis compañeros y amigos de la Generación "C" de Ing. Agrónomo en Producción, así como también a los compañeros de otras carreras de la misma u otra generación. Especialmente a Silvia y Yaris Harumi, por ser unas de mis grandes amigas y un ejemplo de fortaleza y superación digno de ser imitado.*

*Agradezco a todas las personas que convivieron, compartieron experiencias, anécdotas conmigo, ya sea en las aulas de clase o fuera de ellas y que además confiaron en mí. Especialmente a ti Daisy por ser una gran amiga y quizás la hermana que nunca tuve, además de ser un gran ejemplo para mí.*

*A Oscar, Israel, Cirilo, Samuel, José Luis, Mario, Catalina, Alma, Karina, Bernita, Alan, Orlando y Vladimir por haber sido mis compañeros (as) y amigos (as) de casa habitación durante mi formación como universitario. Especialmente a Israel, Samuel y a Cirilo ya que los considero como verdaderos hermanos por su gran apoyo, consejos, vivencias y amistad incondicional que me han brindado.*

*A DIOS por darme la dicha de haber conocido a todas estas personas, además de que me ha dado tantas bendiciones, sin haber recibido nada a cambio de mi parte. Por haberme dado la responsabilidad, la claridez y la decisión de trazar mi camino de acuerdo a mi voluntad, además que me ha enseñado y he aprendido que "ES VERBO Y NO SUSTANTIVO"*

Quiero disculparme, porque creo y estoy seguro que **“NO ME ALCANZARÍAN LAS PALABRAS PARA EXPRESAR MI GRATITUD HACIA USTEDES”**

## DEDICATORIA

### *A mis Padres:*

*Sr. Olegario Mendoza Ramírez*

*Sra. Flora Malagón Zamudio*

*Por luchar incansablemente porque nada me haga falta, privándose de muchas cosas con tal de dárme las a mí. Porque a pesar del tiempo y la distancia siempre han estado ahí cuando más los he necesitado, ya sea para compartir gratos momentos o para darme los consejos necesarios para poder andar en los caminos de la vida. Me han dado las herramientas necesarias para triunfar en la vida, además que han hecho de mí un profesionalista, me han hecho un hombre de bien, educándose siempre con el poder del ejemplo. Por eso y muchas cosas más les agradezco sincera y profundamente con todo mi amor, respeto y cariño sus infinitas bondades, aunque quizás ni las merezca, que me han regalado.*  
**GRACIAS POR SER LOS MEJORES PAPÁS DEL MUNDO.**

La obra más trascendente del hombre de bien, radica en sus hijos  
Roger Patrón Luján

### *A mis Hermanos:*

*Ing. Oscar Mendoza Malagón*

*Victor Olegario Mendoza Malagón*

*Por su cariño, palabras de aliento, confianza, comprensión y apoyo incondicional que me han brindado, por la unidad que hay entre nosotros y por los consejos que me han dado, además de hermanos los considero mis amigos. Gracias por ser como son. Especialmente a ti Raymundo Mendoza Malagón†, que me hubiera dado mucho gusto el haber convivido contigo, a pesar de que no estás presente conmigo, sé que espiritualmente si lo estás, lo bueno es que tarde o temprano nos vamos a encontrar. Gracias por todo angelito.*

### *A mis abuelitos paternos:*

*Sr. Daniel Mendoza Barrientos†*

*Sra. Margarita Ramírez Diego*

*Porque a pesar de todo sé que me han querido, además de ser un gran ejemplo de lucha y trabajo para mí. Especialmente a ti abuelito porque aunque no te conocí me hubiera dado mucha satisfacción y gusto haber compartido momentos juntos, además siento que en muchas cosas me parezco a ti, ya que formas parte de mí.*

***A mis abuelitos maternos:***

*Sr. Juan Malagón Contreras*

*Sra. Josefina Zamudio Rosiles*

*Por el inmenso amor, cariño, cuidados, consejos y palabras de aliento que me han brindando desde mi niñez hasta el día de hoy, además de ser un gran ejemplo de sencillez, trabajo y bondad, dignos de ser imitados. Los quiero mucho, especialmente a Usted abuelita, gracias por quererme tanto.*

***A mis tíos (as):***

*Especialmente a mi tío Juan y Virginia, por su apoyo, palabras de aliento, por la confianza que me tienen, por su gran cariño que me han dado aunque quizás no lo merezca, además por ser como unos segundos padres para mí.*

***A mis primos (as):***

*Principalmente con mucho cariño para Claudia, Laura Teresa e Itzel, por haber compartido gratos momentos de su niñez conmigo y haberme hecho tan feliz con sus juegos, travesuras e inocencia, además de haber despertado en mí el gran amor que le tengo a ustedes mismas y a las niñas.*

*A Nelly Marina Aquino Velásquez, por ser el gran y único amor de mi vida, por haber compartido conmigo momentos tanto agradables como desagradables. Porque eres un ejemplo de fortaleza, carácter, inteligencia, valentía y superación digno de ser imitado, además de ser un ídolo para mí, has sido pieza fundamental en mi inspiración así como en mi superación personal. Gracias por la muy buena amistad, cariño y confianza que me tienes, al igual que Yo la tengo contigo.*

*A Daniela, porque aunque conviví muy pocos momentos junto contigo, me hiciste sentir bien a tu lado, además que me demostraste que eres fuerte, inteligente, sencilla, buena amiga y muy agradable, además de ser una buena persona. Lo malo de esto es que nuestra amistad duró muy poco tiempo, aunque me hubiera gustado haber podido conservarla.*

**¡POR TODO LO QUE ME HAN DADO, NO LOS DEFRAUDARÉ!  
¡LEVÁNTATE Y ANDA!**

### *No desistas*

*Cuando vayan mal las cosas como a veces suelen ir,  
cuando ofrezca tu camino sólo cuestas que subir,  
cuando tengas poco haber, pero mucho que pagar,  
y precisas sonreír aun teniendo que llorar,  
cuando ya el dolor te agobie y no puedas ya sufrir,  
descansar acaso debes, ¡pero nunca desistir!*

*La vida es curiosa con sus viros y virajes,  
como a veces se comprende con un sólo aprendizaje,  
y a menudo un fracaso pudiera haberse evitado  
y también ganado si se hubiera insistido;  
no desistas, aunque el paso parezca lento,  
quizás logres el triunfo con un sólo intento.*

*Con frecuencia la meta no está tan distante  
para ese hombre débil y titubeante,  
con frecuencia el luchador se da  
cuando el premio del vencedor pudo capturar,  
y se entera demasiado tarde, cuando la noche llega  
qué tan cerca estaba del premio que anhelaba.*

*Tras las sombras de la duda ya plateadas, ya sombrías,  
puede bien surgir el triunfo no el fracaso que temías,  
y no es dable a tu ignorancia figurarse cuán cercano,  
puede estar el bien que anhelas y que juzgas tan lejano.  
Lucha, pues por más que tengas en la brega que sufrir,  
cuando todo esté peor, más debemos insistir.*

*Anónimo*

*¡Sólo las almas mediocres no aspiran a superarse!*

*Anónimo*

*Es verdad que el cambio conlleva el riesgo del fracaso, esa es la principal razón del temor a la libertad.*

*Pero también es verdad que en la vida no hay errores, sólo lecciones que aprender.*

*Anónimo*

*Tenemos que ser capaces para encontrar o descubrir, al menos una oportunidad por cada adversidad que se nos presente.*

*Luis Miguel Mendoza Malagón*

## **¡TÚ DECIDES!**

### ***El éxito comienza con la voluntad***

*Si piensas que estás vencido, lo estás;  
si piensas que no te atreverás, no lo harás;  
si piensas que te gustaría ganar, pero que no puedes,  
es casi seguro que no lo lograrás.*

*Si piensas que vas a perder, ya has perdido,  
porque en el mundo encontrarás  
que el éxito empieza con la voluntad,  
todo está en el estado mental.*

*Muchas carreras se han perdido  
antes de haberse corrido,  
y muchos cobardes han fracasado  
antes de haber su trabajo empezado.*

*Piensa en grande y tus hechos crecerán,  
piensa en pequeño y quedarás atrás,  
piensa que puedes y podrás,  
todo está en el estado mental.*

*Si piensas que estás aventajado, lo estás;  
tienes que pensar bien para elevarte,  
tienes que estar seguro de ti mismo,  
antes de ganar un premio.*

*La batalla de la vida no siempre la gana  
el hombre más fuerte o el más ligero,*

*porque tarde o temprano, el hombre que gana,  
es aquel que cree poder hacerlo.*

*Napoleón Hill*

*La voluntad de ser está en nosotros, así como la voluntad de ser mejores.  
A los líderes nos corresponde facilitar a nuestra gente el logro de estas aspiraciones.*

*Axayacatl*

*No sigas el camino; ve por donde no halla vereda y deja una huella.*

*Anónimo*

*Recuerda que cualquier cosa que valga la pena, lleva en sí el riesgo del fracaso.*

*Lee Iacocca*

*Muchas veces la gran diferencia no radica en con qué lo hagas, sino en cómo lo haces.*

*Luis Miguel Mendoza Malagón*

## **¿TIENES EL VALOR O TE VALE?**

### ***Se necesita valor para...***

*Se necesita valor:*

*Para ser lo que somos y no pretender lo que no somos.*

*Para vivir honradamente dentro de nuestros recursos y no deshonestamente a expensas de otro.*

*Para decir rotunda y firmemente “no” cuando los que nos rodean dicen que “sí”.*

*Para negarse a hacer una cosa mala aunque otros la hagan.*

*Para pasar las veladas en casa tratando de aprender.*

*Para huir de los chismes, cuando los demás se deleitan con ellos.*

*Para defender a una persona ausente, a quien se critica abusivamente.*

*Para ver en las ruinas de un desastre que nos mortifica, humilla y traba, los elementos de un futuro éxito.*

*Para ser verdadero hombre o mujer aferrados a nuestras ideas, cuando éstas parecen ser extrañas a otros.*

*Para guardar silencio en ocasiones en que una palabra nos limpiaría del mal que se dice de nosotros, pero que perjudicaría a otra persona.*

*Para vestirnos según nuestros ingresos y negarnos a lo que no podemos comprar.*

*Para alternar con la gente sin tener automóvil propio.*

*Creo difícil que en menos palabras puedan reunirse tan sabios conceptos y tan juiciosas advertencias.*

*Pensar un instante nada más en cada una de ellas y procurar seguir las, sería sin duda una gran enseñanza.*

*Rosario Sansores*

*Ser hombre es saber decir “me equivoqué” y proponerse no repetir el mismo error.*

*Anónimo*

*Sé un hombre útil más que un hombre hábil, honesto, aunque no te vean, sé alguien que viva como piensa.*

*Anónimo*

*Las agresiones físicas son el resultado de la impotencia intelectual.*

*Luis Miguel Mendoza Malagón*

### **PARA REFLEXIONAR**

*El que no sabe y no sabe, es un necio; apártate de él.*

*El que no sabe y sabe que no sabe, es sencillo; instrúyelo.*

*El que sabe y no sabe que sabe, está dormido; despiértalo.*

*El que sabe y sabe que sabe, es sabio; síguelo.*

*Sabiduría popular árabe*

*Triunfar en la vida es hacer triunfar a los demás.*

*Montserrat Lozano Téllez*

*Lo más importante no es “trabajar”, sino “producir” y disfrutar el fruto de nuestro trabajo.*

*Roger Patrón Luján*

*La paciencia es la virtud de los fuertes.*

*Anónimo*

*En última instancia, la solución de los problemas no consiste en HACER, ni en dejar de HACER, sino en COMPRENDER; porque donde hay verdadera comprensión, no hay problemas.*

*Anthony de Mello*

*La eficiencia y productividad se resumen en hacer más...con menos...*

*Luis Miguel Mendoza Malagón*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Índice de Cuadros</b> .....	Página XV
<b>Índice de Gráficas</b> .....	XVIII
<b>Índice de Figuras</b> .....	XX
<b>Resumen</b> .....	XXI
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	4
<b>HIPÓTESIS</b> .....	4
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
Origen de la Alcachofa.....	5
Valor nutricional.....	5

Clasificación taxonómica.....	7
Descripción botánica.....	7
Requerimientos climáticos.....	10
Altitud.....	11
Temperatura.....	11
Humedad.....	12
Luminosidad.....	12
Requerimientos edáficos.....	13
Variedades.....	13
Propagación.....	15
Reproducción por semillas.....	15
Multiplicación por hijuelos.....	16
Multiplicación por esquejes.....	16
Cultivo de meristemos.....	16
Enfermedades y Plagas.....	17
Enfermedades fungosas.....	18
Enfermedades bacterianas.....	22
Enfermedades virales.....	23
Plagas de insectos.....	25
Ácaros.....	27
Nematodos.....	27
Caracoles y babosas.....	28
El Sustrato.....	29
Propiedades de los sustratos.....	29
Propiedades físicas.....	30
Propiedades químicas.....	36
Propiedades biológicas.....	40
El Sustrato Ideal.....	42
Propiedades físicas.....	43
Propiedades químicas.....	43
Propiedades biológicas.....	43
Otras propiedades.....	43
Mezcla de sustratos.....	44
Sustratos utilizados.....	46
Promix o Turba.....	46
Vermicomposta o humus de lombriz.....	49
Funciones que desempeña la Vermicomposta en el Suelo.....	50
Funciones de la Vermicomposta en las Plantas.....	51
Gallinaza.....	54
MiyaOrganic.....	57
Ácidos Fúlvicos.....	58
Antecedentes de los ácidos fúlvicos.....	59
Descripción de los ácidos fúlvicos.....	60
Obtención de ácidos fúlvicos.....	62

Usos de los ácidos fúlvicos en la agricultura.....	64
Funciones en el suelo.....	65
Funciones en la planta.....	66
Productos comerciales a base de ácidos fúlvicos.....	68
K-Tionic.....	68
MiyAction.....	69
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>71</b>
Localización del sitio experimental.....	71
Características del invernadero.....	71
Sustratos utilizados.....	72
Preparación de los sustratos.....	72
Material biológico.....	73
Charolas germinadoras.....	73
Diseño experimental.....	73
Modelo estadístico.....	73
Descripción de los tratamientos.....	74
Establecimiento del experimento.....	75
Siembra.....	75
Aplicación de ácidos fúlvicos.....	75
Riegos.....	76
Control de malezas.....	76
Control de enfermedades.....	77
Control de plagas.....	77
Evaluación de las variables del experimento.....	77
Emergencia.....	77
Análisis de crecimiento.....	78
Altura de plántula.....	78
Número de hojas por plántula.....	78
Diámetro de tallo.....	79
Longitud de raíz.....	79
Rendimiento de biomasa.....	79
Peso fresco de follaje y raíz.....	79
Peso seco de follaje y raíz.....	79
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>80</b>
Porcentaje de emergencia.....	80
Niveles de significancia de las variables dentro de cada factor.....	84
Índice de Respuesta de la Plántula a cada Factor.....	87
Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x B.....	92
Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x C.....	95
Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción B x C.....	96
Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos.....	102

Correlación entre los parámetros de evaluación de plántulas.....	105
Propuesta de un Método Agronómico-Estadístico para la Selección de Plántulas Integrales.....	107
Los factores en la producción de plántulas integrales.....	108
Interacción Sustrato-Fuente de ácidos fúlvicos en la producción de Plántulas Integrales.....	111
Interacción Sustrato-Dosis en la producción de Plántulas Integrales.....	113
Interacción Fuente de ácidos fúlvicos-Dosis en la producción de Plántulas Integrales.....	115
Los tratamientos en la producción de Plántulas Integrales.....	117
Velocidad de crecimiento.....	120
Niveles de significancia de los factores en la velocidad de Crecimiento.....	120
Índice de Respuesta de la Plántula a cada Factor en la Velocidad de Crecimiento.....	122
Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x B en la Velocidad de Crecimiento.....	125
Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x C en la Velocidad de Crecimiento.....	126
Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción B x C en la Velocidad de Crecimiento.....	128
Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos en la Velocidad de Crecimiento.....	129
 Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos en el Número de Hojas en el Desarrollo del Cultivo.....	 132
<b>CONCLUSIONES</b> .....	135
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	138
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	141

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Valor nutricional de la Alcachofa en 100 g de producto comestible.....	6
2	Enfermedades Fungosas que dañan la Alcachofa.....	18
3	Enfermedades Bacterianas que dañan la Alcachofa.....	22
4	Enfermedades Virales que dañan la Alcachofa.....	23
5	Plagas de Insectos que dañan la Alcachofa.....	25
6	Características de diferentes tipos de turbas.....	47
7	Composición del humus de lombriz.....	54
8	Composición de los excrementos de gallina.....	56
9	Sustratos orgánicos que se utilizaron en el desarrollo del experimento..	72

10	Descripción de los Factores que integran el diseño experimental.....	73
11	Descripción de los tratamientos que se utilizaron en la investigación.....	75
12	Calendario de aplicación de ácidos fúlvicos vía foliar y sus respectivas evaluaciones de las plántulas.....	76
13	Valores de cuadrados medios y niveles de significancia en la emergencia de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.), var. Green Globe a los 15, 24, 36 y 48 días después de la siembra.....	80
14	Comparación de medias (DMS al 0.01) del porcentaje de emergencia obtenido en diversos sustratos, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.),var. Green Globe en diferentes días después de la siembra.....	81
15	Valores de cuadrados medios y niveles de significancia obtenidos en las fuentes de variación, para cada uno de los parámetros en estudio de las plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	86
16	Comparación de medias de valores agronómicos promedio, para cada uno de los parámetros de evaluación de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	89
17	Valores agronómicos promedio de la interacción Sustrato x Fuente de ácidos fúlvicos, para cada uno de los parámetros de evaluación de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	93
18	Valores agronómicos promedio de la interacción Sustrato - Dosis, para cada uno de los parámetros de evaluación de las plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	97
19	Valores agronómicos promedio de la interacción Fuentes de ácidos Fúlvicos – Dosis, para cada uno de los parámetros en estudio de las plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	98
<b>Cuadro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
20	Valores agronómicos promedio y comparación de medias en la interacción de los factores A x B x C, para cada uno de los parámetros de evaluación de las plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	100
21	Correlaciones con nivel de significancia, de los diversos parámetros de evaluación de las plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	105
22	Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos en cada factor, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días	

	después de la siembra.....	109
23	Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos en la interacción de los factores A x B, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	111
24	Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos en la interacción de los factores A x C, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	115
25	Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos en la interacción de los factores B x C, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	116
26	Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos obtenidos, en cada uno de los tratamientos, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	117
27	Valores de cuadrados medios y niveles de significancia en plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo.....	122
28	Valores agronómicos promedio y comparación de medias, para cada uno de los factores, en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo.....	124
29	Valores agronómicos promedio en la interacción de los factores A x B, en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo.....	126
30	Valores agronómicos promedio en la interacción de los factores A x C, en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, durante el desarrollo del cultivo.....	126
31	Valores agronómicos promedio en la interacción de los factores B x C, en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo.....	128
<b>Cuadro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
32	Comparación de medias (Duncan, 0.05) de los tratamientos en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo.....	130
33	Comparación de medias (Duncan al 0.05) en los Tratamientos, en el número de hojas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo.....	132

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Descripción	Página
1	Porcentaje de emergencia de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> )	

	L.) var. Green Globe, en cada uno de los sustratos a diferentes días después de la siembra.....	82
2	Valores agronómicos promedio y comparación de medias (Duncan, 0.05), en el factor Sustrato para cada uno de los parámetros en estudio, de las plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	91
3	Valores agronómicos promedio y comparación de medias en el factor Fuente de ácidos fúlvicos, para cada uno de los parámetros de evaluación de las plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	91
4	Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x B (IRPIAB) en Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	94
5	Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x C (IRPIAC) en Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	99
6	Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción B x C (IRPIBC) en Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	99
7	Comparación de medias de los valores agronómicos para cada uno de los parámetros en estudio de las plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	101
8	Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos (IRPT) en Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	104
9	Calificación de los parámetros radicales y aéreos en el Factor Sustrato, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	110
10	Calificación de los parámetros radicales y aéreos en el Factor Dosis, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	110
11	Calificación de los parámetros radicales y aéreos en la Interacción A x B, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	112
12	Calificación de los parámetros radicales y aéreos en la Interacción A x C, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	114

<b>Gráfica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
13	Calificación de los parámetros radicales y aéreos en la Interacción B x C, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	116

14	Calificación de los parámetros radicales y aéreos de los tratamientos, en la producción de plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	119
15	Calificación de los parámetros radicales y aéreos de los Tratamientos, de Plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra.....	119
16	Mejores tratamientos con respecto a la velocidad de crecimiento de las plántulas de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, durante el desarrollo del cultivo.....	131
17	Mejores tratamientos en número de hojas por plántula de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.) var. Green Globe, durante el desarrollo del cultivo.....	134

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Morfología de la Planta de Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> L.).....	9
2	Modelo estructural de los ácidos fúlvicos según Buffle.....	60
3	Mapa de localización del Sitio Experimental.....	71

## RESUMEN

**Palabras clave:** Sustrato, Ácidos Fúlvicos, Plántula, Alcachofa, *Cynara scolymus*.

El experimento se realizó en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el propósito de evaluar el efecto de diversos sustratos orgánicos y la aplicación foliar de ácidos fúlvicos, en la producción de plántula de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), así como determinar que sustrato, fuente de ácidos fúlvicos y a que dosis presentan la mejor respuesta. Los sustratos utilizados fueron Promix, Vermicomposta y Vermicomposta + USB y como fuente de ácidos fúlvicos K-Tionic y Miyaction, aplicados a tres diferentes dosis. Se utilizó semilla de Alcachofa variedad Green Globe.

Se utilizó un diseño Bloques al Azar con arreglo Factorial A x B x C, con 18 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas en este experimento fueron: Porcentaje de emergencia, altura de plántula, número de hojas, diámetro de tallo, longitud de raíz, peso fresco de follaje y raíz, así como también el peso seco de follaje y raíz, por último la velocidad de crecimiento.

Se tuvieron efectos altamente significativos para los sustratos, los cuales influyen en los resultados de todas las variables en estudio. Para el porcentaje de emergencia el Promix y la Vermicomposta fueron los mejores sustratos.

La aplicación de ácidos fúlvicos con respecto a las dosis no mostró diferencia significativa para ninguna variable en estudio, por lo que todas se comportaron estadísticamente iguales.

Se propone una metodología para analizar, en forma general las variables en estudio, excepto porcentaje de emergencia, por medio de la cual se encontró que los mejores tratamientos fueron el 9 (Vermicomposta con adiciones foliares de K-Tionic a dosis de 2.0 l/200 litros de agua) y el tratamiento 10 (Vermicomposta con aplicaciones de Miyaction a dosis de 1.0 l/200 litros de agua).

Los ácidos fúlvicos mostraron resultados positivos sobre la biomasa de la plántula, por lo que se considera que presentan una mayor influencia sobre la parte aérea de la plántula que sobre las raíces de la misma.

## INTRODUCCIÓN

La Alcachofa a nivel mundial, es una hortaliza que tiene gran importancia en lo que a producción y consumo se refiere. La Cuenca Mediterránea produce el 90% de la producción mundial. En algunos países donde su producción y consumo es tradicional como Italia, Francia y España se concentra el 80% de ésta. En el Continente Americano, solamente Estados Unidos de América, Chile, Perú y México cuentan con registros de producción para el año 2002, sobresaliendo este último por su alto crecimiento en el último quinquenio (18%). México en el año 2002 produjo 10 000 toneladas (FAO, 2002).

El consumo per cápita en México es muy bajo, si se estimula su uso por los consumidores se pueden esperar efectos benéficos en la producción y comercialización. Se considera como principal rubro de producción la exportación (86%) y principalmente a los Estados Unidos de América (FAO, 2001).

En México existen algunos productores en los estados de México, Jalisco, Querétaro, Guanajuato y Baja California. Los lugares más apropiados para su cultivo son la rívera de Chapala, en Jalisco; San Miguel de Allende,

Guanajuato; Tequisquiapan, Querétaro y Valle de Bravo en el estado de México.

**La alcachofa es una hortaliza perenne, que se cultiva para aprovechar su yema floral o inflorescencia en capítulo, así como sus brotes tiernos. Es considerada actualmente como un platillo de lujo y cultivada por su alta redituabilidad.**

**Posiblemente el mayor problema del cultivo de la Alcachofa es el que se deriva de la degeneración del material vegetal, ya que la multiplicación vegetativa es el sistema usual en este cultivo, a través de estacas o esquejes. La degeneración del material de propagación se debe principalmente a la presencia de virosis. Una de las opciones que puede obviar este problema degenerativo, es la producción de plántulas a partir de semillas.**

La producción de plántulas de hortalizas en invernaderos bajo esta modalidad, permite al productor reducir costos y aumentar utilidades, porque presenta ventajas competitivas al aumentar la tasa de germinación, producir plántulas más uniformes, lograr cosechas más tempranas y en mayor número de veces al año, así como reducir el costo de mano de obra e insumos.

Las tendencias actuales de creación, innovación y búsqueda de nuevas técnicas de cultivo van encaminadas a obtener un incremento en la calidad y el rendimiento, sin aumento de los costos.

Dentro de los modos de producción, el uso de sustancias orgánicas en los programas de fertilización va en aumento, ya que la agricultura orgánica está en auge y se está incrementando el interés de los consumidores hacia los productos orgánicos.

En la actualidad se presenta una gran diversidad de sustratos en el mercado, los cuales, pueden ser utilizados en la mayoría de los cultivos. Sin embargo, la respuesta del cultivo a cada uno de ellos es diferente, y por tanto es necesaria su evaluación para que de tal forma se pueda tener una idea de qué sustrato puede ser el mejor para cada tipo de cultivo.

## OBJETIVOS

- ❖ Evaluar el efecto de tres sustratos orgánicos sobre el crecimiento y la calidad de plántulas de Alcachofa var. Green Globe.
- ❖ Determinar entre tres sustratos orgánicos el que se debe utilizar para la producción de plántulas de Alcachofa var. Green Globe.
- ❖ Determinar entre dos fuentes de ácidos fúlvicos la más idónea para producir plántulas de Alcachofa var. Green Globe.
- ❖ Conocer entre tres concentraciones de ácidos fúlvicos en cual se desarrollan eficientemente las plántulas de Alcachofa var. Green Globe.
- ❖ Valorar el efecto de las interacciones entre el sustrato, la fuente de ácidos fúlvicos y sus respectivas dosis, en el crecimiento y desarrollo de plántulas de Alcachofa var. Green Globe.

## HIPÓTESIS

- Ha 1:** Existe una marcada diferencia entre los tres sustratos orgánicos, en la promoción del crecimiento y calidad de plántulas de Alcachofa var. Green Globe.
- Ha 2:** Los sustratos orgánicos puros se consideran mejores que sus combinaciones en la producción de plántulas de Alcachofa var. Green Globe.
- Ha 3:** Los ácidos fúlvicos procedentes de compostas presentan un mayor efecto positivo que los extraídos de otras fuentes orgánicas, en la promoción del crecimiento y calidad de plántulas de Alcachofa var. Green Globe.
- Ha 4:** Los ácidos fúlvicos a concentraciones bajas muestran mejores resultados que cuando se adicionan a altas concentraciones.
- Ha 5:** Al menos un tratamiento superará al testigo en la producción de plántulas de Alcachofa var. Green Globe.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### ORIGEN

Vavilov (1651), afirma que la alcachofa tiene como centro de origen el Mediterráneo y Boswell (1649), menciona que esta hortaliza es nativa del área central y occidental del Mediterráneo, y que fue llevada a Egipto hace 2000 ó 2500 años.

Infoagro (2003), publica que se tienen noticias de esta planta desde la Antigüedad, aunque se cree que las informaciones sobre la misma están referidas al cardo silvestre (*Cynara cardunculus* L.), de la que derivan los actuales cultivares. Se trata de una planta originaria del Norte de África y Sur de Europa.

A América la llevaron los españoles y hoy es ingrediente en las gastronomías de México, Perú, Argentina o Chile.

### VALOR NUTRICIONAL

La Alcachofa es rica en hidratos de carbono, proteínas, ácido fólico; su escasísimo aporte calórico la convierte también en un producto perfecto para las dietas. Inteliven (2001), reporta que es muy rica en fibra, tiene un alto contenido de sodio; además es una excelente fuente de calcio, fósforo y de

otros minerales como el potasio, hierro, magnesio y zinc. Es rica también en vitaminas del tipo A, C, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub> y B<sub>6</sub>.

El valor nutricional aproximado de una alcachofa con una porción comestible de 100 g de corazón (fondo más las hojuelas interiores despuntadas) es el que se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro No. 1. Valor nutricional de la Alcachofa en 100 g de producto comestible.**

Agua	86.5 g
Proteínas	2.8 g
Carbohidratos	9.9 g
Fibra	3.4 g
Ceniza	1.6 g
Calorías	40.0 cal
Calcio (Ca)	51.0 mg
Fósforo (P)	69.0 mg
Sodio (Na)	30.0 mg
Potasio (K)	310.0 mg
Hierro (Fe)	1.9 mg
Magnesio (Mg)	10.0 mg
Vitamina A	500 U.I.*
Tiamina (B <sub>1</sub> )	0.07 mg
Riboflavina (B <sub>2</sub> )	0.04 mg
Niacina	0.65 mg
Ácido ascórbico (C)	8.0 mg

\*Una Unidad Internacional de vitamina A equivale a 0.3mg de vitamina A en alcohol

Fuente: 1) M.A. Stevens, (1974); 2) A. Fersini, (1976); 3) F. Robles, (2001).

## CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

*Cynara* es un grupo taxonómico relativamente pequeño; Zohary y Basnizky (1975), reconocen a la alcachofa como *C. scolymus* y a tres especies silvestres, todas del Mediterráneo, y son las siguientes: 1) *C. cardunculus* L., llamado cardo silvestre; 2) *C. sibthripiana* Boiss y Helds., y 3) *C. syriaca* Boiss.

SIRA (2000), considera la siguiente clasificación taxonómica.

Reino.....Vegetal

División..... Angiospermas

Clase.....Dicotiledóneas

Orden..... Asterales

Familia..... Compositae o Asteraceae

Género..... *Cynara*

Especie..... *scolymus*

Nombre común..... Alcachofa

## DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Robles (2001), describe que la alcachofa es una planta de estructura herbácea y originalmente de tipo semiperenne, aunque por selección genética se han obtenido recientemente variedades anuales.

Valadez (1998), dice que esta hortaliza es perenne, pudiendo durar hasta 10 años; sin embargo, comercialmente sólo se mantiene en campo de 3 a 5 años, dependiendo del manejo y de las condiciones climáticas.

### **Raíz**

Infoagro (2003), menciona que el sistema radicular es extraordinariamente potente. Se inserta en un rizoma muy desarrollado, en el que se acumulan las reservas alimenticias que elabora la planta.

Robles (2001), afirma que la raíz es carnosa y turgente y su forma varía según el tipo de planta. En las variedades semiperennes tiende a ser fasciculada y relativamente superficial al principio, alcanzando gran desarrollo con el tiempo; en cambio en las variedades de semilla es más pivotante aunque de menor tamaño (Figura 1).

### **Tallo**

SIRA (2000), aclara que los tallos son erguidos, gruesos, acanalados longitudinalmente y ramificados que pueden alcanzar hasta 1.5 m (Figura 1).

### **Hojas**

Manual Agropecuario (2004), alude que las hojas son grandes y largas, grisáceas en el haz y vellosas en el envés, muy recortadas, con la nervadura central carnosa y gruesa, que llegan a medir casi un metro de longitud. Por su parte SIRA (2000), nos dice que son largas pubescentes, con el envés

blanquecino y el haz de color verde claro, colgantes hacia fuera, son oblongas con lóbulos provistos de grandes dientes. Leñano (1973), señala que son alternas, verdes y profundamente divididas (Figura 1).



Semillas o Fruto



Plántulas



Flor (parte comestible)



Planta Adulta

**Figura No. 1. Morfología de la Planta de Alcachofa  
(*Cynara scolymus* L.).**

### **Flores**

Infoagro (2003), publica que las flores aparecen en cabezuelas con terminales muy gruesas, recubiertas por escamas membranosas imbricadas y

carnosas en la base, constituyendo la parte comestible. Mientras que Robles (2001), asegura que al madurar la alcachofa las brácteas se abren totalmente y se hacen visibles las flores, que son de forma tubular filamentosa y de color violeta azulado muy intenso (Figura 1).

### **Fruto**

Robles (2001), explica que el fruto es de tipo aquenio, que en su interior contiene una semilla de color grisáceo, tegumento duro y forma parecida a las del girasol, pero de tamaño relativamente pequeño, habiendo entre 24,000 y 26,000 semillas por kilogramo. Manual Agropecuario (2004), detalla que son oblongos, aplastados y estriados. SIRA (2000) e Infoagro (2003), coinciden que son considerados como la semilla de la planta, pesando el litro de 600 a 610 gramos y durando de seis a doce años su facultad germinativa (Figura 1).

## **REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS**

SIRA (2000) e Infoagro (2003), concuerdan que las condiciones climáticas son extremadamente importantes en la producción de alcachofas.

Alsina (1972), especifica que la alcachofa exige climas templados, no prosperando en los fríos y perjudicándole igualmente los excesivamente calurosos.

### **Altitud**

La alcachofa en el mundo es sembrada a altitudes que difícilmente pasan los 2 000 msnm; sin embargo bajo condiciones de sierra se observan cultivares de alcachofa hasta altitudes de 3 300 msnm, dependiendo básicamente de las temperaturas que se registran en cada zona y se mantengan en los rangos óptimos. En condiciones de costa central el cultivo se desarrolla desde altitudes cercanas al mar. La altitud óptima para tener un buen desarrollo del cultivo se encuentra entre 0 – 2 800 msnm.

### **Temperatura**

Gerakis *et al* (1969), afirman que la alcachofa es una hortaliza de invierno (temporada fría) y crece con máximo esplendor en temperaturas diurnas de 24 °C y nocturnas de 13 °C. El rango de temperaturas adecuado para una buena cosecha de alcachofas se sitúa entre 7-29 °C, libre de heladas. De esta forma la planta recibe la apropiada vernalización, ya que la floración es inducida por el frío. SIRA (2000) e Infoagro (2003), coinciden que durante el periodo de cultivo se debe evitar a toda costa que las plantas se expongan a temperaturas por debajo de -3.8 °C, pues la cosecha corre peligro de arruinarse completamente.

Durán *et al* (2003), mencionan que la temperatura óptima para el desarrollo del cultivo es de 15 – 25 °C y la extrema es de 5 – 30 °C.

La temperatura óptima de siembra para la alcachofa se tiene entre los 22 – 24 °C.

### **Humedad**

Las principales zonas productoras en el mundo están ubicadas generalmente en zonas del litoral muy cercanas al mar, por lo tanto, el grado de humedad relativa es alta, este aspecto influye directamente sobre la apertura de las cabezuelas florales y la fibrosidad de las brácteas.

Durán *et al* (2003), mencionan que la alcachofa se desarrolla muy bien en humedades relativas mayores al 80%.

Climas demasiado secos afectan negativamente la calidad de las cabezuelas florales, ya que en un tiempo corto producen apertura de las cabezuelas, del mismo modo pierden muy rápidamente su calidad.

### **Luminosidad**

La bibliografía especializada reporta que las alcachofas son plantas de días largos, con un fotoperiodo mínimo de 10.5 horas.

La longitud del día y la alternancia de periodos de oscuridad durante el crecimiento de la planta tiene un efecto notable en la determinación de la época de floración; algunas plantas florecen antes, cuando los días son cortos (doce horas o menos de luz diurna), pero otras solo lo hacen cuando reciben de catorce a más horas de iluminación, otras son neutras, es decir no son

afectados por este tipo de variaciones. La fase de mayor sensibilidad corresponde al desplegamiento de las primeras hojas.

### **REQUERIMIENTOS EDÁFICOS**

SIRA (2000) e Infoagro (2003), concuerdan que las plantas de alcachofa tienen un sistema radicular fuerte y profundo que puede adaptarse a multitud de suelos, pero prefiere suelos profundos (100 cm), arenosos, fértiles y bien drenados. Deben evitarse suelos ligeros con excesivo drenaje y poca conservación de la humedad. Los suelos deben ser llanos y estar libres de hierbas y protegidos por los vientos. Es una planta resistente a la salinidad. Durán *et al* (2003), mencionan que la alcachofa necesita suelos de pH relativamente alto y ricos en cal, estando el valor ideal entre 7.0 y 8.0.

### **VARIETADES**

Infoagro (2003), cita que hasta hace muy poco tiempo casi todas las variedades cultivadas en el mundo tenían una denominación geográfica, la de su lugar de origen: Blanca de Tudela, Madrileña, Violeta de Provenza, Camus de Bretaña, Romanesco, Espinoso Sardo, Californiana, etc. También menciona que aún siguen siendo éstas con diferencia, las más cultivadas.

Infoagro (2003), publica que las variedades se diferencian principalmente por la forma (esférica u oval), tamaño y color (verde o violeta) del capítulo y por la precocidad (variedades de día corto, que necesitan haber pasado un periodo

invernal antes de emitir los capítulos o de día largo, capaces de producir en otoño).

Maroto (2001), describe las características más importantes de los cultivares y líneas de semillas de alcachofas, en los que ha trabajado y son las siguientes:

- Green Globe. Cabezuelas verdes, grandes, redondeadas y achatadas, sin espinas, a veces heterogéneas. Semiprecoz-semi tardía y productiva; mientras que Gajón (1956), describe que posee escamas con su base muy carnosa y la base del centro consistente y nos dice que generalmente están aptas para el consumo al segundo año. Se adapta muy bien a zonas templadas. La etiqueta marca un 80% de germinación como mínimo. Hessayon (1999), redacta que es la variedad más probable de encontrar en los catálogos de semillas, ya que es una de las más apreciadas.
- Talpiot. Cabezuelas redondeadas de color verde glauco. Muy tardía y productiva agrupando la producción en primavera.
- Imperial Star. Cabezuelas ovales, de color verde, a veces algo achatadas y con brácteas algo abiertas. Muy productiva, semiprecoz.
- Emerald. Selección americana de Imperial Star, algo más tardía que ésta y de brácteas más finas y achatadas. Variedad adecuada para recolección mecanizada tanto para mercado en fresco como para conserva.

- Orlando. Cabezuelas apuntadas de color violáceo. Productiva, semitardía.
- A-778. Cabezuelas parecidas a las de Blanca de Tudela, algo más tardía que Emerald, productiva.

## **PROPAGACIÓN**

### **Reproducción por semillas**

Infoagro (2003), menciona que es un procedimiento poco utilizado tradicionalmente para el cultivo comercial, pero en los últimos años han aparecido variedades de alcachofa cultivadas a partir de semilla. Tras las mejoras obtenidas, las alcachofas de semilla pueden ser de una calidad excelente, tanto en aspecto externo como culinario, además de las ventajas que aporta su utilización.

Infoagro (2003), enfatiza algunas ventajas que se tienen con el cultivo mediante semilla: la cosecha es anual, lo que hace que este cultivo sea más atractivo para los agricultores; la rotación de cultivos permite renovar la tierra cada año, eliminando plagas y enfermedades que eran residentes en el suelo en los cultivos perennes. El empleo de semillas permite el incremento de la densidad de plantación y por tanto incrementos en la producción del 60 – 80%

con respecto al cultivo tradicional. Los frutos no tienen espinas y son más resistentes al abrirse cuando alcanzan la madurez productiva.

### **Multiplicación por hijuelos**

SIRA (2000), publica que los hijuelos son llamados también cardocitos, estos retoños que tienen su origen en el rizoma de la base de las plantas, los cuales se quitan teniendo precaución que a la base quede pegado un fragmento del mismo rizoma con unas pequeñas raíces, escogiendo entre los que tengan 3-4 hojas. Al efectuar esta operación se acostumbra cortar el follaje dejándolo de unos 15-20 cm de largo y se plantan en viveros especiales, en líneas separadas entre sí de 8-10 cm.

### **Multiplicación por esquejes**

SIRA (2000) e Infoagro (2003), concuerdan en que es quizá la más empleada en el litoral Mediterráneo valenciano, consiste en tomar de la base de la planta madre sus rizomas, pudiendo obtener de 4-6 esquejes que son plantados directamente.

### **Cultivo de meristemas**

Infoagro (2003), hace mención que las alcachofas reproducidas por clones poseen graves problemas de degeración, que pueden ser eliminados mediante las modernas técnicas de cultivo de meristemas. Entre los problemas destacan la aparición de bacterias endógenas, vitrificación y muerte de la planta, etc. Pero la multiplicación *in vitro* permite obtener variedades tardías

más sanas, vigorosas y productivas, sin marras de plantación, que compensan el mayor coste de la planta.

## **ENFERMEDADES Y PLAGAS**

Las plantas presentarán enfermedad cuando una o varias de sus funciones sean alteradas por los organismos patógenos o por determinadas condiciones del medio. Las causas principales de enfermedad en las plantas son los organismos patógenos y los factores del ambiente físico. Los procesos específicos que caracterizan las enfermedades, varían considerablemente según el agente causal y a veces según a la misma planta. En un principio, la reacción de la planta ante el agente que ocasiona su enfermedad se concentra en la zona enferma, y es de naturaleza química e invisible. Sin embargo, poco tiempo después la reacción se difunde y se producen cambios histológicos que se hacen notables y constituyen los síntomas de la enfermedad. En los cuadros 2, 3 y 4 se enlistan las principales enfermedades de la alcachofa, así como su epifitiología, síntomas y control.

Son muchos los insectos que atacan a la alcachofa, aunque no suelen ocasionar daños demasiado graves. En el cuadro 5, se enlistan las principales plagas de insectos que dañan la alcachofa, así como su daño y control.

En la realización de tratamientos fitosanitarios se tendrá muy en cuenta los momentos de aplicación y materias empleadas variables según la plaga o enfermedad a combatir y el ciclo de éstas y sólo se realizarán en caso de que

sea estrictamente necesario. Por ello se emplearán materias activas autorizadas y se respetarán los plazos de seguridad, sobre todo si es necesario realizar un tratamiento en fechas previas a la recolección.

Cuadro No. 2. Enfermedades Fungosas que dañan la Alcachofa.

AGENTE CAUSAL	EPIFITIOLOGÍA	SÍNTOMAS	CONTROL (N.C.)
Mildiu de la lechuga ( <i>Bremia lactucae</i> o <i>Peronospora gangliformis</i> )	Cuando hay periodos prolongados de tiempo fresco y húmedo tienen lugar ataques graves. Las bajas temperaturas detienen el desarrollo del mal.	Sobre las hojas inferiores aparecen manchas poligonales limitadas por las nervaduras, que por la cara superior son primeramente pálidas, después amarillas e incluso rojizas. Por la cara inferior de estas manchas se observa frecuentemente una borra pulverulenta blanca. Las hojas atacadas acaban secándose, empezando por las más próximas al suelo. Ataca a las inflorescencias, que se hacen inservibles como alimento.	Eliminar o enterrar los restos de cosecha. Debe evitarse el exceso de humedad. Rotación de cultivos. Esterilización del suelo. Control químico: Phyton 27, 0.75-1.5 l/ha; Sulfocop F, 2.5-3.0 l/ha; Cupravit, 2-4 kg/ha.
Ramularia o Viruela ( <i>Ramularia cynarae</i> )	Los síntomas se visualizan después de 18 días con temperaturas relativamente bajas (óptimo: 17 a 20 °C) y una humedad relativa alta de 95%.	Ocasiona sobre las hojas más viejas la formación de manchas angulosas de color grisáceo ceniciento por el envés y gris plomizo en el haz, donde se observa un afieltrado, delimitadas por las propias nervaduras. Limita el desarrollo de la planta.	Evitar estancamiento de aguas y una excesiva humedad del terreno. Control químico: Phyton 27, 0.75-1.5 l/ha; Sulfocop F, 2.5-3.0 l/ha; Cupravit, 2-4 kg/ha.

N. C. = Nombre Comercial del Producto  
Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro No. 2. Enfermedades Fungosas que dañan la Alcachofa (continuación).**

AGENTE CAUSAL	EPIFITIOLOGÍA	SÍNTOMAS	CONTROL (N.C.)
Oidiopsis o cenicilla ( <i>Leveillula taurica</i> )	Las condiciones óptimas para su desarrollo son: temperatura cercana a los 20 °C y humedad relativa del 70-80 %.	Primero aparecen pequeñas manchas verde amarillentas, casi circulares en el haz de las hojas atacadas, después el centro de la lesión se deshidrata y se torna café, mientras que el envés se recubre con un micelio afieltrado. Por lo general, las hojas más viejas son más susceptibles.	Buen manejo del riego. Cuando se presenta se podan las hojas bajas. Control químico: Sulfocop F, 2.5-3.0 l/ha; Bayleton 25% PH, 0.25-0.5 kg/ha; Rally 40 W, 114-228 g/ha.
Seca de las brácteas de la Alcachofa ( <i>Ascochyta hortorum</i> )	Las condiciones necesarias para que se manifieste la enfermedad son temperaturas moderadas (15 – 20°C) y alta humedad relativa.	A partir de los vértices puntiagudos de las brácteas de la inflorescencia, aparecen manchas irregulares, que se extienden hacia sus bases, de coloración oscura o negruzca que rápidamente se cubren con unas puntuaciones perceptibles a simple vista. Puede llegar a pudrir la inflorescencia.	Control químico: Lucazeb 400, 3-5 l/ha; Lucaptan, 2-3 kg/ha; Captan <sup>MR</sup> 50, 2-3 kg/ha.
Pudrición del capítulo ( <i>Botrytis cinerea</i> )	Es favorecida por las mismas condiciones ambientales que el Oidio y por las garúas y lluvias.	Produce un micelio grisáceo, que puede afectar a las brácteas de la cabezuela y a la planta en general. La bráctea enferma desde su base y toma una coloración marrón claro. También es una enfermedad de postcosecha.	Evitar el exceso de humedad. Arrancar y quemar todas las partes afectadas. Control químico: Benlate, 0.3 kg/ha; Ridomyl MZ, 1.0 kg/ha; Tecto 60, 0.5 kg/ha.

N. C. = Nombre Comercial del Producto

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro No. 2. Enfermedades Fungosas que dañan la Alcachofa (continuación).**

AGENTE CAUSAL	EPIFITIOLOGÍA	SÍNTOMAS	CONTROL (N.C.)
Chancro del tallo, Viruela de la patata ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	Humedad del aire elevada, temperaturas del suelo extremas y suelos encharcados o salinos. Su óptimo se sitúa hacia los 28°C, pudiendo comportarse de forma activa entre los 15 y los 35 °C.	Produce la muerte de las semillas antes o después de que empiece la germinación; la infección durante la fase juvenil de plántulas tras la emergencia causa caída de plántulas típica, aunque los tejidos corticales se pudren en áreas bien definidas y anillan al tallo, la estela central da soporte y la planta permanece erecta. Los daños más graves suelen presentarse en el momento de la plantación de los esquejes.	Desinfección de los semilleros, esterilización del sustrato, evitar temperaturas extremas y suelos excesivamente húmedos, rotación de cultivos. Control químico: Phyton 27, 0.7 l/ha; Pentaclor 600 F, 12-15 l/ha; Captan <sup>MR</sup> 50, 300 g/100 m <sup>2</sup> .
Traqueomicosis del pimiento ( <i>Verticillium dahliae</i> )	Se encuentra en zonas templadas y subtropicales. Le favorecen temperaturas de 21-25 °C.	Pérdida de turgencia que se observa como una flaccidez diurna seguida por una marchites transitoria o permanente; y se acompaña por clorosis marginal o intervenal; es frecuente la desecación de las hojas seguida de la defoliación prematura; las plantas pueden enanizarse y desarrollan un cambio de coloración de los haces vasculares (amarillo, naranja o pardo a pardo oscuro). Su presencia puede correlacionarse con las marras de plantación.	Desinfección del suelo o sustrato, control químico de nemátodos y malas hierbas, eliminación de plantas enfermas o de restos vegetales, utilización cuidadosa de la fertilización nitrogenada, evitarse riegos frecuentes. Control químico: Bavistin DF, 160 g/100 l de agua; Prozicar 50 PH, 60-90 g/100 l de agua; Benomyl 50, 300-600 g/ha.

N. C. = Nombre Comercial del Producto

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro No. 2. Enfermedades Fungosas que dañan la Alcachofa (continuación).**

AGENTE CAUSAL	EPIFITIOLOGÍA	SÍNTOMAS	CONTROL (N.C.)
Podredumbre negra de las raíces ( <i>Pythium spp.</i> )	Alta humedad del suelo y condiciones frescas (10-25°C). Se desarrolla en áreas tropicales, ecuatoriales, mediterráneas, frías y meridionales.	Si el ataque se produce a semillas o a plántulas antes de la emergencia (muerte en preemergencia), se percibe por un fallo total de emergencia o por una proporción de marras de plántulas; si el ataque tiene lugar tras la emergencia (muerte de plántulas en postemergencia), las plántulas recién emergidas colapsan a consecuencia de ataques a nivel del cuello. En general las plántulas de plantas herbáceas con tejidos blandos muestran lesiones hidrópicas y húmedas. Necrosis radicular que se desarrolla con lentitud a partir del ápice de la raíz hacia atrás, con cambio de coloración a pardo o negro. Retraso general del crecimiento.	Drenaje de suelos, evitar la contaminación de herramientas, agua, contenedores, además de utilizar semillas tratadas. Control químico: Ridomil Gold 4E, 1.5-2.5 l/ha; Captan <sup>MR</sup> 50, 300 g/100 m <sup>2</sup> ; Apron XL, 28-40 ml/100kg semilla.

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro No. 3. Enfermedades Bacterianas que dañan la Alcachofa.**

AGENTE CAUSAL	EPIFITIOLOGÍA	SÍNTOMAS	CONTROL (N.C.)
Grasa de la alcachofa ( <i>Xanthomonas sp.</i> )	Suele atacar tras un periodo de heladas, si la temperatura y la humedad (75 %) son elevadas. Las zonas bajas, húmedas y frías mantienen un microclima favorable a la enfermedad.	Provoca la aparición de manchas aceitosas de aspecto vidrioso en las brácteas de las cabezuelas, en tiempo húmedo, exudan un mucus amarillento. Las manchas son, por lo común, más densas en las brácteas de la base del capítulo. La base del capítulo puede también necrosarse parcialmente, con lo que se origina durante el crecimiento una deformación en forma de báculo de obispo; las hojas en su parte inferior presentan también, principalmente a la altura de las nerviaciones, síntomas idénticos. De esta forma, también se contaminan los esquejes.	Elección de esquejes sanos, aireación del cultivo (plantación espaciosa), aporte de N racional y equilibrado, limitar el cultivo a las zonas donde no hiele en primavera. Control químico: Phyton 27, 0.75-1.5 l/ha; Sulfocop F, 2.5-3.0 l/ha; Cuprimicin <sup>MR</sup> 17, 85 g/100 l de agua.
Pudrición húmeda de la corona ( <i>Erwinia carotovora</i> )	Es propia de climas húmedos, templados, tropicales.	Se presenta atacando el cuello, la corona y las raíces, que se ponen suaves, marrones y se pudren, produciendo una rápida marchites húmeda y maloliente. También es una enfermedad de postcosecha.	Debe evitarse apilar material enfermo en campo, impedir que se condense agua en la superficie del material empaquetado. Evitar el exceso de humedad en el suelo, plantar hijuelos sanos. Control químico: Zineb Micro 80, 195 g /100 l agua; Curamicín 500, 600 g/100 l agua; Bactrol, 1.6 kg/ha.

N. C. = Nombre Comercial del Producto

Fuente: Elaboración Propia

#### Cuadro No. 4. Enfermedades Virales que dañan la Alcachofa.

AGENTE CAUSAL	SÍNTOMAS	TRANSMISIÓN
Virus de los anillos amarillos de la alcachofa (Artichoke yellow ringspot virus)	Causa en la alcachofa manchas, anillos y arabescos amarillo cromo brillante, y una malformación atenuada.	Se transmite en alto porcentaje a través de la semilla, por el polen a las plantas polinizadas y por el material de propagación.
Mosaico latente italiano de la alcachofa (Artichoke italian latent virus, AILV)	La mayor parte de los cultivares de alcachofa no muestran síntomas cuando están infectados, pero algunos muestran amarilleo generalizado y enanismo.	Se transmite por <i>Longidorus apulus</i> y <i>L. fasciatus</i> .
Virus latente de la alcachofa (Artichoke latent virus, ALV)	La mayor parte de los cultivares de alcachofa se infectan sin mostrar síntomas tanto en condiciones naturales como tras inoculación artificial, pero algunos muestran un moteado atenuado y una reducción de crecimiento. El virus está asociado con una degeneración grave de la planta.	Se transmite de forma no persistente por pulgones y también a través del material de propagación, pero no por semilla.
Mosaico de la alcachofa (Artichoke mosaic)	Los síntomas son un mosaico moteado más bien intenso con manchas y áreas amarillo brillante repartidas al azar por la superficie.	Se transmite mecánicamente.

Fuente: Elaboración Propia

#### Cuadro No. 4. Enfermedades Virales que dañan la Alcachofa (continuación).

AGENTE CAUSAL	SÍNTOMAS	TRANSMISIÓN
Virus del moteado arrugado de la alcachofa (Artichoke mottle crinkle virus)	Las infecciones pueden ser casi asintomáticas o caracterizadas por un arrugado, deformación y manchas cloróticas graves en las hojas, enanismo de las plantas, malformación y reducción en tamaño y número de flores.	El virus puede recuperarse del suelo pero el vector, si existe, se desconoce; se transmite por el material de propagación y mecánicamente.
Virus del mosaico amarillo de la judía (Bean yellow mosaic virus, BYMV)	Las plantas infectadas muestran punteado amarillo y moteado de hojas.	Puede transmitirse de forma no persistente por más de 20 especies de pulgones, especialmente <i>Acyrtosiphon pisum</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Myzus persicae</i> y <i>Aphis fabae</i> . La transmisión por semilla no es común.
Virus del estriado del tabaco (Tobacco streak virus, TSV)	Los síntomas varían desde los característicos anillos y líneas oscuras necróticas a moteado, enanismo y seca de yemas.	Se transmite por <i>Thrips tabaci</i> o por especies de <i>Frankliniella</i> .
Enanismo rizado (Curly dwarf)	Plantas de poco porte, cuyas hojas muestran un encrespamiento pronunciado y toman una tonalidad plateada muy acentuada. Producción reducida de brotes y muchos de ellos deformados. Al reducir fuertemente el área foliar anula el desarrollo y producción.	No se ha identificado nunca a un insecto vector. El virus se transmite fácilmente durante el proceso de replantado si el material vegetativo está infectado.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro No. 5. Plagas de Insectos que dañan la Alcachofa.

INSECTO PLAGA	DAÑO	CONTROL (N.C.)
Barrenador de la alcachofa ( <i>Hydroecia xanthenes</i> o <i>Gortyna xanthenes</i> )	Es un lepidóptero noctuido cuyas larvas penetran, tras mordisquear las hojas, por las nerviaciones de las mismas; a continuación realizan galerías en los tallos, pudiendo minar las propias inflorescencias y llegando a situarse en el sistema rizomático.	Desinfección de esquejes. Eliminar las plantas atacadas después de la última cosecha. Control químico: Diazinón 25 E, 1.0-1.5 l/ha; Dinex 2.5% G, 40-50 kg/ha; Lucavex <sup>MR</sup> 80 P.S., 1.0-2.0 kg/ha.
Mariposa plumosa de la alcachofa ( <i>Platyptilia carduidactyla</i> )	Las larvas se alimentan de las hojas, tallos y de los nuevos brotes en vías de desarrollo.	Eliminar la parte infestada de la planta. Control químico: Bration <sup>MR</sup> 720, 0.75 l/ha; Flash 50, 1.0 l/ha; Parathión metílico 720 C.E., 1.0-1.25 l/ha.
Pulguilla de la alcachofa ( <i>Sphaeroderma rubidum</i> )	Las larvas de este coleóptero halticino, devoran las hojas entre sus dos epidermis. Se alimentan sobre las hojas comiendo pelos epidérmicos y parte del parénquima sin llegar a horadarlas. Las hojas se tornan cloróticas, pudiendo en casos extremos secarse, debilitándose la planta.	Control químico: Imidan 50 PH, 1.0-2.0 kg/ha; Karate Zeon 5 CS, 500-700 ml/ha; Ninja, 400- 600 ml/ha.
Rosquilla negra ( <i>Spodoptera littoralis</i> )	Se comen las hojas de las plantas vorazmente.	Control químico: Folvel 50, 1.0-1.5 l/ha; Agro Met 600, 1.0-1.5 l/ha; Cipermetrina 200 CE, 0.3-0.5 l/ha.
Gusanos grises ( <i>Agrotis spp.</i> )	Devora el cuello de las plantas.	Control químico: Bration <sup>MR</sup> 720, 0.75 l/ha; Folidol M-72, 0.75 l/ha; Folvel 50, 1.0 l/ha.

N. C. = Nombre Comercial del Producto  
Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro No. 5. Plagas de Insectos que dañan la Alcachofa (continuación).**

INSECTO PLAGA	DAÑO	CONTROL (N.C.)
Apión de la alcachofa ( <i>Apion carduorum</i> )	Es un coleóptero cuyas larvas realizan galerías en las hojas, tallos y cabezuelas.	Control químico: Gusatión M-20, 1.5-2.5 l/ha; Imidan 50 PH, 1.0-2.0 kg/ha; Ninja, 400-600 ml/ha.
Casida verde de la alcachofa ( <i>Cassida defflorata</i> )	Es un coleóptero cuyas larvas, comen las hojas respetando la epidermis del haz. Las hojas pueden quedar reducidas a las nerviaciones.	Sulfato de nicotina (2%) y destrucción de las partes afectadas, o aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> . Control químico: Gusatión M-20, 1.5-2.5 l/ha; Imidan 50 PH, 1.0-2.0 kg/ha; Ninja, 400- 600 ml/ha.
Mosca de la alcachofa ( <i>Agromyza apfelbecki</i> )	Díptero cuyas larvas minadoras excavan galerías nutritivas en el parénquima foliar respetando ambas epidermis.	Control químico: Diazinón 25 E, 1.0-1.5 l/ha; Diazol 60 CE, 0.3-0.5 l/ha; Velsidol 25 CE, 1.5-3.0 l/ha.
Mosca del cártamo ( <i>Acanthiophilus helianthi</i> )	Las larvas dañan gravemente el interior de las brácteas de las cabezuelas, afectando muy negativamente la producción.	Control químico: Afidox <sup>MR</sup> 40 C.E., 1.0 l/ha; Agropull 360, 2.0-3.0 kg/ha; Foley 72 E, 0.75-1.0 l/ha.
Pulgones ( <i>Aphis fabae</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> )	Causan serios daños al chupar la savia de la parte inferior de las hojas. Producen melazas y encrespamiento en las hojas y si se sitúan en los capítulos tiernos los descalifican para el mercado por contaminarlos con sus cuerpos.	Aplicación de hidrolatos de ají y de cilantro e intercalando plantas de dalia en el cultivo. El control biológico se realiza con Crisopas, Coccinélidos y avispidas. Control químico: Bration <sup>MR</sup> 720, 0.75 l/ha; Paratión etílico 1.0 l/ha; Folidol M-72, 0.75-1.5 l/ha.

N. C. = Nombre Comercial del Producto  
Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro No. 5. Plagas de Insectos que dañan la Alcachofa (continuación).**

INSECTO PLAGA	DAÑO	CONTROL (N.C.)
Pulgón de la alcachofa ( <i>Capitophorus elaeagni</i> )	Habita entre la densa pubescencia del envés de las hojas de la alcachofa. En altas poblaciones causa daños directos al cultivo de la alcachofa.	Control químico: Bration <sup>MR</sup> 720, 0.75 l/ha; Paratión etílico 1.0 l/ha; Folidol M-72, 0.75-1.5 l/ha.

N. C. = Nombre Comercial del Producto  
Fuente: Elaboración Propia

**Ácaros.** Robles (2001), afirma que principalmente la araña roja puede ser un patógeno de la alcachofa. Pueden presentarse en áreas desérticas, especialmente si los riegos se dan muy distanciados y hay deficiencia de zinc como consecuencia del pH alcalino de los suelos. Las especies más comunes pertenecen al género *Tetranychus*, que son polípagas y envejecen las hojas por el vaciado del contenido celular. Valadez (1998), recomienda que el control químico debe realizarse con los productos comerciales Meta-Systox 50, 0.5 l/ha y Disyston 10%, 10 kg/ha.

**Nemátodos.** Maroto (2000) y Baixauli *et al* (2001), citan que el ataque de esta plaga es más frecuente en las plantaciones de más de un año. El daño suele manifestarse en rodales, induciendo plantas amarillentas, enanas e incluso en algunos casos la muerte de las mismas. El tratamiento más eficaz es el empleo de tratamientos nematicidas (Nemacur 10% GR, 40-60 kg/ha;

Furadán 5 G Ultra, 30-40 kg/ha) antes de efectuar una plantación. Robles, (2001), concluye que por tener raíces suculentas, la alcachofa, es muy sensible al ataque del nematodo *Meloidogyne incognita*, que forma los característicos nódulos y debilita rápida y sensiblemente a las plantas, las cuales acusan marchites por no poder tomar suficiente agua y nutrientes. También señala como parásito radicular a la especie *Rotylenchus reniformis*, que por no formar nudos es muy difícil de observar. Esta es una plaga que debe prevenirse plantando la alcachofa en terrenos de tipo migajón e incorporando abundante materia orgánica durante la preparación del terreno. Por la misma razón, el follaje picado debe ser siempre incorporado al suelo.

Robles (2001), dice que los **Caracoles** (*Helix aspersa*) y **Babosas** (*Agriolimax reticulatus*) solo son problema serio en las zonas de lluvia, especialmente cuando las densidades son altas y abundan las malezas. Llegan hasta los capítulos donde devoran las hojuelas malográndolos totalmente. Maroto (2000) y Baixauli *et al* (2001), están de acuerdo en que estas plagas muestran una gran preferencia hacia este cultivo, al cual pueden afectar ostensiblemente como devoradores de hojas. La utilización de bandas de sulfato de hierro, cebos de metaldehído o gránulos de metiocarb, son procedimientos adecuados de control de estos gasterópodos.

## **EL SUSTRATO**

Abad (1993), menciona que el término sustrato se aplica a todo material sólido distinto del suelo *in situ*, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que, colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de nutrición mineral de la planta.

Calderón (1989), señala que en la producción de plántulas con charolas germinadoras, se puede suministrar el oxígeno, agua, nutrimentos y soporte para las raíces de las plantas, como lo hace el mismo suelo. Agrega que la solución nutritiva aportará agua, nutrimentos e incluso oxígeno suplementario.

## **PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS**

Cadahia *et al* (1998), demuestran que la primera etapa de la aplicación de un sustrato en el cultivo sin suelo es la caracterización del mismo, con objeto de conocer sus propiedades físicas, físico-químicas, químicas y biológicas. Las propiedades de los materiales son factores dominantes que determinan el manejo posterior del sustrato (contenedor, riego y fertilización).

### **Propiedades físicas**

Ansorena (1994), menciona que de la naturaleza y del tamaño de partículas dependerán principalmente, las propiedades físicas, que son las que podemos ver y sentir: granulometría, color, retención de agua y aireación.

Abad (1993), reporta que las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primerísima importancia, ya que una vez que el sustrato esté en el contenedor y la planta creciendo en él, no es posible modificar las características físicas básicas de dicho sustrato.

Abad (1993), aclara que un buen sustrato debe contener: elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, distribución adecuada de las partículas que lo constituyen que mantendrán las condiciones antes mencionadas, baja densidad aparente, elevada porosidad y estructura estable que impedirá la contracción del medio.

### **Porosidad**

Abad *et al* (1993), la definen como el volumen total del sustrato no ocupado por partículas orgánicas ni minerales. Su nivel óptimo se sitúa por encima del 85% del volumen del sustrato.

## Espacio poroso total

García (1999), lo define como el volumen total del sustrato no ocupado por partículas. Este está en función de la distribución granulométrica que dará como resultado la aparición de poros capilares de tamaño pequeño (tienen capacidad de retención de agua) y poros de mayor tamaño (poros de aireación).

Martínez y García (1993) citado por Minero (2005), mencionan que la porosidad total está determinada por los tipos de poros del sustrato: capilares ( $<30 \mu\text{m}$ ), los cuales retienen el agua y macroporos ( $>30 \mu\text{m}$ ), que permiten la aireación.

## Densidad

*Densidad Aparente.* Abad *et al* (1993), la definen como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente del sustrato húmedo, es decir incluyendo el espacio poroso entre las partículas. En los invernaderos, donde el viento no es un factor limitante, la densidad aparente del sustrato puede ser tan baja como  $0.15 \text{ g/cm}^3$ .

*Densidad real.* Ansorena (1994), la define como el cociente entre la masa de las partículas del medio de cultivo y el volumen que ocupan, sin considerar los poros y los huecos. Su valor es propio del material y, a diferencia de la densidad aparente no depende del grado de compactación ni del tamaño de partícula. En sustancias minerales suele ser próxima a la del cuarzo ( $2.65 \text{ g/ml}$ ),

mientras que para los compuestos orgánicos se toma el valor medio de 1.50 g/ml.

Abad *et al* (1992) citado por Ansorena (1994), ubican en los materiales orgánicos los niveles óptimos de la densidad aparente menor a  $0.4 \text{ g/cm}^3$  y a la densidad real fluctuando entre 1.45 y  $2.65 \text{ g/cm}^3$ .

## **Estructura**

Terrez *et al* (1997), dicen que se refiere a la forma en que está compuesto un sustrato; puede ser granular como la mayoría de los sustratos minerales, o bien fibrilar. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que en la segunda dependerá de la forma de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas.

### **Granulometría**

Ansorena (1994), reporta que la granulometría se refiere a la dimensión de las partículas que constituyen un material disgregado y a la proporción en que se mezclan. Es común que los sustratos estén formados por la mezcla de partículas o fibras de diferentes tamaños. Dependiendo de la naturaleza de estos materiales tendrán en su interior poros de diferentes tamaños, que constituyen la porosidad interna o intraparticular, pero además quedarán huecos entre partículas tanto más grandes cuanto mayor sea el tamaño de las

partículas que componen el sustrato, que dan lugar a la porosidad interparticular.

Martínez y García (1993) citado por Minero (2005), mencionan que el tamaño de partículas y su distribución afectan directamente al crecimiento del cultivo debido al tamaño de sus poros, que a su vez tiene un efecto en la retención de humedad y capacidad de aireación de los sustratos. El tamaño de poros óptimo debe encontrarse entre 30 y 300  $\mu\text{m}$ , que corresponde a partículas de 0.25 a 2.5 mm.

Resh (1987), señala que la capacidad de retención del agua se determina por el tamaño de sus partículas, de su forma y porosidad; mientras más pequeñas son éstas, mayor será el espacio de los poros y su superficie, de aquí que más cantidad de agua puede ser almacenada por éstas. Las partículas con forma regular tienen una mayor superficie que las lisas y redondas, y por tanto, poseen un mayor poder de retención hídrica y buen drenaje.

## **Capacidad de aireación**

Nuez (1995) citado por Minero (2005), la define como el porcentaje de espacios de aire en el sustrato una vez saturado de agua y drenado a una tensión de 10 cm de columna de agua.

La capacidad de aireación de un sustrato es modificable con el manejo del riego. Riegos de pequeño volumen y frecuentes van a mantener el sustrato en su máxima capacidad de retención de agua, por lo que la capacidad de aireación no se ve incrementada. Pero riegos amplios y espaciados van a promover que el espacio poroso capilar pierda agua y sea ocupado por aire incrementando así la capacidad de aireación del sustrato.

García (1999), afirma que el déficit de oxígeno a nivel radicular promueve la muerte de las raíces y la aparición de enfermedades fúngicas.

Abad (1993), alude que en sustratos orgánicos, con una elevada población microbiana, el oxígeno es requerido doblemente o más que en las plantas cultivadas en suelos minerales, sin abundante materia orgánica.

#### **Agua fácilmente disponible**

García (1999), explica que es el porcentaje de agua que se libera del sustrato hacia la planta entre 10 y 50 cm de tensión de columna de agua. Minero (2005), cita que estos valores deben oscilar entre 4 % y 25 %. El agua fácilmente disponible favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas. Resulta por ello muy importante un valor elevado de esta agua en el sustrato.

Minero (2005), menciona que el agua total disponible es la diferencia en el volumen de agua retenida por el sustrato después de saturado y drenado

10 cm de columna de agua, y el agua retenida en el sustrato a 100 cm de columna de agua. El valor óptimo debe estar entre 24 % y 40 % del volumen total.

#### **Agua difícilmente disponible**

García (1999), está de acuerdo en que se puede definir como un valor de estrés para la planta ya que el gasto energético que la planta ha de realizar para obtenerla es elevado, incluso algunas especies de plantas cultivadas no pueden asimilar esta agua, que se define como aquella que está retenida a una tensión superior a 100 cm de columna de agua.

#### **Mojabilidad**

Abad *et al* (1996), la expresan como el tiempo (en minutos) necesario para que se absorban 10 ml de agua destilada, a través de la superficie de una muestra de sustrato seco a 40 °C. El nivel óptimo es igual o inferior a 5 minutos.

### **Contracción de Volumen**

Cadahia *et al* (1998), concuerdan que se refiere al porcentaje de pérdida de volumen cuando el sustrato se seca, referido al volumen aparente inicial en

unas determinadas condiciones de humedad. Informa sobre el grado de variación de volumen del sustrato bajo condiciones de cultivo, en ciclos de humectación-deseccación.

### **Propiedades químicas**

Nuez (1995) citado por Minero (2005), menciona que las propiedades químicas determinan la transferencia de elementos entre el sustrato, la solución, la raíz de la planta, es decir, de las relaciones nutricionales (procesos de disolución, hidrólisis, intercambio de iones y reacciones de biodegradación).

Abad (1993), concluye que los materiales orgánicos son los componentes que contribuyen en mayor grado a la química de los sustratos, ya que interaccionan con la solución nutritiva, suministrando nutrimentos, actuando como reserva de los mismos a través de la capacidad de intercambio catiónico, que a su vez depende en gran medida del pH del medio.

### **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**

Abad (1993), define la capacidad de intercambio catiónico, como la suma de cationes que pueden ser absorbidos por unidad de peso o de volumen del sustrato. Estos cationes quedan retenidos frente al efecto lixivante del agua y están usualmente disponibles para las plantas.

Abad (1993), concluye que el valor óptimo de los sustratos dependerá de la frecuencia del fertirriego que se maneje. Si la fertirrigación es permanente, la CIC de los materiales no representa ninguna ventaja, recomendándose mejor el uso de materiales inertes con nula o muy baja CIC. En cambio, si la fertirrigación es intermitente, será mejor la utilización de materiales con moderada o alta CIC, en todo caso superior a los 20 meq/100 g.

Los materiales orgánicos poseen una elevada capacidad de intercambio catiónico, lo que representa un depósito de reserva para los nutrimentos, mientras los materiales con baja CIC, como la mayoría de los sustratos minerales, retienen cantidades reducidas de nutrimentos y requieren una aplicación frecuente de fertilizantes.

Lucena *et al* (1991), mencionan que en los materiales orgánicos utilizados como medios de cultivo para plantas en contenedor, la aplicación de quelatos es optimizada al manifestarse un efecto de acumulación en dichos materiales. Cabe mencionar que éste efecto puede tardar algunos días en presentarse.

### **Potencial Hidrógeno (pH)**

García (1999), reporta que el pH ejerce un efecto muy importante sobre la asimilación de los elementos nutritivos por parte de la planta. Existe un rango óptimo de pH para la absorción de cada elemento, aunque este rango es lo

suficientemente amplio como para no generar serios problemas, con pHs de 5.0-6.5, la mayoría de las sustancias nutritivas mantienen su máximo nivel de asimilación. Abad (1993), determina que en pHs menores pueden presentarse deficiencias de N, K, Ca, Mg, B, etc., mientras con pHs mayores las disponibilidades afectan a elementos como Fe, P, Mn, B, Zn y Cu. Los óxidos metálicos (de Fe, Mn, Cu, Zn, etc.) se hacen más solubles al disminuir el pH (< 5.0) pudiendo llegar a excesos que resulten tóxicos para las plantas.

Ansorena (1994), dice que el rango óptimo de pH en sustratos orgánicos está comprendido entre 5.0 y 5.5. Menciona que el objetivo del encalado será distinto según se trate de suelos minerales o de sustratos orgánicos; mientras que en los primeros se intenta reducir la concentración de aluminio al sustituirlo por calcio, en los sustratos orgánicos se tratará de neutralizar el exceso de iones hidrógeno, sin que haya necesidad de aportar calcio al medio de cultivo, siendo entonces superior la cantidad de cal necesaria para producir un aumento de pH en un suelo mineral, que la necesaria para un sustrato orgánico.

### **Salinidad**

Abad (1993), cita que se refiere a la cantidad de sales solubles presentes en la solución del sustrato. Las causas que originan un incremento en la salinidad pueden ser: 1) La presencia de fertilizantes insolubles; 2) Cuando la cantidad de sales aportadas con el agua de riego o la solución de fertilizantes

es superior a las cantidades absorbidas por la planta; y 3) Cuando el sustrato presenta una elevada CIC.

García (1999), dice que la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato, es modificable por: disponibilidad de humedad del sustrato, el aporte de sustancias nutritivas y su forma de ser aportadas, el estado vegetativo del cultivo, la época del año, la humedad ambiente y la presencia de raíces en descomposición que incrementa la CIC.

Ansorena (1994), señala a la salinidad como el riesgo de acumulación de niveles excesivos de sales disueltas, lo que en un reducido volumen de medio de cultivo del que disponen las raíces de las plantas cultivadas en contenedor, siempre está amenazante. La salinidad de una solución acuosa se mide por su contenido en sales disueltas (mg/l o ppm) o, más comúnmente, por su capacidad para conducir la corriente eléctrica o conductividad en miliSiemens por cm (mS/cm), o microSiemens por cm ( $\mu$ S/cm). Cuanto más sean las sales presentes en la solución, mayor será la conductividad y por consecuencia mayor la salinidad de la fase acuosa.

### **Disponibilidad de los nutrimentos**

Abad (1993) y Cadahia *et al* (1998), coinciden en que la mayoría de los sustratos minerales no se descomponen química ni biológicamente y, desde un

punto de vista práctico, se pueden considerar desprovistos de nutrientes. Por el contrario, los sustratos orgánicos se diferencian marcadamente entre sí en el contenido de nutrientes asimilables. Así, algunos poseen un nivel reducido de éstos, mientras que otros presentan niveles elevados, dependiendo dicho nivel del origen del compost y del proceso de compostaje.

### **Relación Carbono: Nitrógeno (C/N)**

Abad (1993), plantea que es un índice del origen de la materia orgánica, de su madurez y su estabilidad. Una relación C/N menor de 20 es considerada como óptima para el cultivo en sustrato, ya que es un material orgánico maduro y estable.

Por otra parte Guerrero (1992) citado por Ansorena (1994), propone intervalos óptimos de la relación C/N, para turbas, como sigue:

< 20	Buena
20-25	Aceptable
25-30	Deficiente
> 30	Mala

### **Propiedades biológicas**

#### **Velocidad de descomposición**

Abad (1993), expone que todos los sustratos orgánicos son susceptibles de degradación biológica, viéndose favorecida esta situación por las condiciones ambientales que prevalecen en los invernaderos. La población microbiana es la responsable de dicho proceso, pudiendo resultar finalmente su actividad biológica en deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de fitotoxinas y contracción del sustrato. La velocidad de descomposición está determinada por la disposición de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteína); disposición que puede reducirse mediante el compostaje y mantenimiento de suficientes niveles de nitrógeno asimilable.

Cánovas (1993), menciona que sin importar las características del medio de cultivo, éste siempre contará con cierta actividad biológica, de naturaleza e intensidad variable. Cuando los sustratos son inertes, la actividad biológica se presenta en forma parásita o saprofita a expensas de los nutrientes o de las raíces.

### **Efecto de los productos de descomposición**

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos son directamente atribuibles a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación de la lignina y la hemicelulosa. Las sustancias húmicas actúan como transportadoras de los micronutrientes para las plantas.

### **Actividad reguladora del crecimiento**

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo de las plantas.

### **Actividad enzimática**

Se libera después de la descomposición de la materia orgánica. Se han identificado diferentes actividades enzimáticas (celulasas, proteasas, ureasas, etc.) en los sustratos orgánicos con efectos muy positivos sobre la nutrición vegetal.

### **Propiedades supresivas**

Inhiben el desarrollo de determinados agentes fitopatógenos, especialmente hongos.

### **SUSTRATO IDEAL**

Venator y Liegel (1985), muestran que el sustrato óptimo para cualquier situación depende de varios factores entre los cuales destaca: la especie a cultivar y sus requerimientos, el volumen del recipiente, la disponibilidad de los materiales para las mezclas y la calidad física, química y biológica de los sustratos.

Abad (1993), afirma que no existe el sustrato ideal, pero si el mejor medio de cultivo para cada caso concreto, éste depende de varios factores: tipo

de material vegetal con que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y regímenes de riego, aspectos económicos, estar disponible, etc.

Abad (1993), determina que para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características:

### **Propiedades físicas**

- a) Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- b) Suficiente suministro de aire.
- c) Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones antes mencionadas.
- d) Baja densidad aparente.
- e) Elevada porosidad total.
- f) Estructura estable que impida la contracción o hinchazón del sustrato.

### **Propiedades químicas**

- a) Baja o apreciable CIC.
- b) Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- c) Salinidad reducida.

- d) pH ligeramente ácido y moderada capacidad tampón.

### **Propiedades biológicas**

- a) Mínima velocidad de descomposición.

### **Otras propiedades**

- a) Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos y otros patógenos, y sustancias fitotóxicas.
- b) Reproducibilidad y disponibilidad.
- c) Bajo costo.
- d) Facilidad en la preparación y el manejo.
- e) Facilidad en la desinfección y estabilidad frente a ésta.
- f) Resistencia a los cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

## **MEZCLA DE SUSTRATOS**

Abad (1993), publica que es raro que un material reúna por sí solo las características físicas, químicas y biológicas más adecuadas para unas determinadas condiciones de cultivo. Haciendo necesario en la mayoría de los casos mezclas con otros materiales, en distintas proporciones, para adecuarlo a las condiciones requeridas.

Venator y Liegel (1985), señalan que las proporciones de los componentes de un sustrato afectan el crecimiento de las plantas al cambiar la

porosidad, el drenaje, la aireación, disponibilidad de los nutrimentos, el desarrollo microbiológico, etc.

Tinus y Sthepen (1979), mencionan algunas razones para realizar una buena mezcla, por ejemplo: ligereza en peso, uniformidad en composición, accesibilidad económica, fácil disponibilidad, carencia de plagas y enfermedades, alta CIC, elevada retención de humedad, buen drenaje y aireación.

Abad (1993), enfatiza que en la mezcla de los materiales la granulometría juega el papel más importante, porque al realizarse en materiales con tamaños de partículas diferentes, el volumen final es generalmente inferior a la suma de los volúmenes de los materiales originales. Además, cuanto más grande sea la diferencia del tamaño de las partículas mayor será la reducción en volumen de la mezcla y porosidad. La proporción de dos o más materiales que hace que la porosidad de la mezcla sea mínima se le denomina “proporción umbral”. La existencia de esta proporción hace que las propiedades físicas de los medios de cultivo no sigan relaciones lineales al mezclar materiales distintos, imposibilitando el predecir las propiedades de una mezcla a partir de materiales originales, tanto más cuanto mayores sean las diferencias entre los tamaños de sus partículas.

Abad (1993), menciona que el contenido de humedad de los materiales antes de ser mezclados deben fluctuar entre el 50 y 60% en peso; si no se

puede llevar los materiales a esta humedad, se añadirá un mojante (tipo tensoactivo o detergente agrícola).

Según la Norma Inglesa citada por Ansorena (1994), la humedad de algunos materiales, como la turba, debe alcanzar un valor mínimo del 30%, para que pueda mezclarse y humedecerse convenientemente.

Abad (1993), indica mezclas de 2 a 4 materiales como óptimos, con el objetivo de que los sustratos conseguidos sean económicamente viables.

## **SUSTRATOS UTILIZADOS**

### **Promix o turba**

Patek (1965); Lucas *et al* (1971); Bunt (1976) y Miller (1981), concuerdan en que la turba está formada por restos de vegetación acuática, de pantanos, o marismas, que han sido conservados debajo del agua en estado de descomposición parcial. La falta de oxígeno en el pantano hace más lenta la descomposición bacteriana y química del material vegetal. La composición de los diversos depósitos de turba varía mucho, dependiendo de la vegetación de que se originaron, su estado de descomposición, contenido de minerales y grado de acidez.

Urbano (1983), propone que según la especie vegetal originaria y las condiciones geoambientales en que se produce la descomposición, tendremos dos tipos de turberas y numerosas formas intermedias:

- a) *Turberas bajas (infraacuáticas)*, también llamadas eutróficas. Se forman en los valles aluviales, con aguas ricas en calcio, en los que la capa freática muy alta, impide la descomposición de la vegetación hidrófila existente –caña real (*Tipha sp.*), caña común (*Phragmites sp.*), carrizos (*Carex sp.*), alisos (*Alnus sp.*), sauce (*Salix sp.*) etc. Todo ello es origen de una materia orgánica rica en elementos fertilizantes.
- b) *Turberas altas (supraacuáticas)*. Se forman en las depresiones mal aireadas de las montañas húmedas, sobre materiales ácidos y pobres en elementos nutritivos, en donde el origen de las aguas es pluvial y la vegetación es pobre y poco exigente, predominando los musgos de los géneros *Sphagnum*, *Eriophorum*, *Polytrichum*, etc. Estos musgos se caracterizan por un sistema celular que absorbe gran cantidad de agua y que pueden conservar a su muerte, comportándose como una esponja. Estas turbas de musgo o turbas rubias son muy utilizadas en horticultura.

Duchaufour (1987), reporta que en ambos tipos de turberas, la descomposición de la materia orgánica es muy lenta (anaeróbica) y la

humificación débil siendo la masa resultante fibrosa. La celulosa desaparece progresivamente quedando únicamente la lignina.

**Cuadro No. 6. Características de diferentes tipos de turbas.**

Características	Turbas Altas	Turbas Bajas
Estructura	Fibrosa	Granular
Color	Pardo- rubio	Negro
Nivel de humificación (g humus/100 g)	30%	70%
Densidad aparente (kg/m)	162	30
Densidad real (kg/m)	1.50 – 1.65	1.48 – 1.58
Porosidad (%)	90	40 – 50
Capacidad de retención de agua	10 a 15	3 a 5
pH (agua)	3 a 5	6.5 – 7.5
pH (CIK)	2.50 – 4.50	6.0 – 7.0
Capacidad de cambio (meq/100g)	100 - 150	150 – 300
Contenido de elementos fertilizantes (%)		
Nitrógeno (N)	0.91	2.00
Fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.03	0.10
Potasa (K <sub>2</sub> O)	0.02	0.02
Cal (CaO)	0.20	1.65

Fuente: Penningsfeld y Kurzmann (1975)

Posadas (1999), determina que la turba tuvo su época como sustrato para uso hortícola en la década de los 70 y comienzo de los 80, cuando fue sustituida por sustratos artificiales. El motivo de esto no es otro que la rápida degradación que sufre la turba en las condiciones de temperatura, y de intenso riego de un invernadero. Es sin embargo un maravilloso sustrato, que tiene una actualidad muy importante en el cultivo de plantas ornamentales. Para plantas de ciclo corto, y/o macetas se puede usar turba sola.

En cuanto al Promix o turba, es un producto de origen canadiense, muy ampliamente utilizado en los invernaderos de Estados Unidos de Norteamérica

y México en la producción de plántulas de hortalizas y plantas de ornato. Se encuentra dispuesto en sacos de 113 libras.

Promix es un sustrato a base de turba de granulación fina, concebido para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas en semilleros.

Promix Options es una línea de sustrato profesional que resuelve necesidades específicas en un momento determinado. Los productos Promix son formulados normalmente con la opción de agregar o anular ingredientes específicos.

### **Vermicomposta o Humus de Lombriz**

Martínez (1999), menciona que la lombricomposta es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, asimila una parte para sus necesidades fisiológicas y otra parte la excreta. Este material es conocido también como vermicomposta y humus de lombriz. De igual forma describe las diferentes composiciones de la lombricomposta; de las cuales cita algunas:

- ❖ La composición química y calidad de la vermicomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz.
- ❖ La composición microbiológica es la carga más importante de la lombricomposta, la cual le hace ubicarse, como un excelente material generador de suelos.
- ❖ Las sustancias húmicas, equivalen al producto final del proceso de descomposición que sufren los desechos orgánicos con o sin lombrices, razón por la cual es alto el contenido de estas sustancias en el humus de lombriz, lo que le facilita a la planta una mejor absorción de nutrientes asimilables. También se asocia la presencia de estas sustancias húmicas con la actividad enzimática, además de que aportan una amplia gama de sustancias fitorreguladoras del crecimiento.
- ❖ El humus de lombriz tiene un pH neutro con valores que oscilan entre 6.8 y 7.2, característica que le permite ser aplicada aún en contacto directo con la semilla. Sin causarle daños, si no al contrario creando un medio desfavorable para ciertos microorganismos patógenos para el desarrollo de las plantas.

Llurba (1997) citado por Pérez (2003), publica que es un abono 100% natural de excelente calidad, tiene las mejores cualidades y ninguna contradicción, por lo que es aplicable a cualquier tipo de cultivo.

Capistrán *et al* (2001), describen que la vermicomposta contiene un balance completo de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio); micronutrientes (calcio, magnesio, sodio, manganeso, etc.); ácidos húmicos, fúlvicos, huminas, hormonas, vitaminas, enzimas y antibióticos; microorganismos útiles del suelo y agregados de alta estabilidad estructural.

#### Funciones que desempeña la Vermicomposta en el Suelo

Capistrán *et al* (2001), mencionan que la vermicomposta tiene su mejor utilización y ventaja no solo como fuente natural de nutrientes si no también como un efectivo mejorador, acondicionador de suelo y un eficiente sustrato nutritivo para el crecimiento y desarrollo de plantas, de igual forma mencionan que; en condiciones de invernadero, el abono de lombriz facilita el control, manejo y operación del invernadero, reduciendo el tiempo de estancia de las plantas, la necesidad de riegos y de fertilizantes disueltos, también mejora su crecimiento y vigor al transplante.

Capistrán *et al* ( 2001), infieren que debido a la calidad y finura del producto, su mejor y más eficiente uso se está dando en México como sustrato especializado de crecimiento en semillero con charolas germinadoras bajo condiciones de invernadero.

Infoagro (2004), publica que el lombricompuesto aporta parámetros físicos-químicos óptimos de un buen sustrato: densidad aparente, densidad real, espacio poroso total, espacio con poros de aire, capacidad de contenedor,

humedad, pH, materia orgánica, cenizas, aumenta la capacidad de retención de agua, etc.

Valenzuela *et al* (1999), proponen que un material que cumpliría estos requisitos y que se está utilizando con resultados promisorios es el humus de lombriz, ya sea en estado puro o en mezcla con otros materiales. Las experiencias realizadas por el grupo de investigación en sustratos de la facultad de Ciencias Agropecuarias (UNER) muestran que el humus de lombriz es un excelente sustituto para plantas hortícolas, tanto por sus propiedades físicas como por los altos niveles de nutrientes disponibles.

### **Funciones de la Vermicomposta en las Plantas**

Infoagro (2004), redacta que la vermicomposta influye en forma efectiva en la germinación de las semillas, elimina el impacto del transplante, estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, y acorta los tiempos de producción y cosecha.

En un estudio realizado por Pérez (2003), se evaluaron diferentes concentraciones de sólido de vermicomposta para la producción de plántulas de repollo, concluyó que éste no se puede utilizar directamente como sustrato debido a su alta conductividad eléctrica, sin embargo donde obtuvo buenos

resultados fue como mejorador del sustrato, a la concentración de 40% del sólido de vermicomposta y el 60% de peat moss.

Barbado (2003), menciona que la vermicomposta contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilados por las raíces, favorece la formación de micorrizas (organismos beneficios para la planta), aumenta la resistencia de las plantas a plagas y agentes patógenos, inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas, transmite hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras directamente del terreno a la planta, neutraliza eventuales presencias contaminadoras (herbicidas, ésteres fosfóricos) debido a su capacidad de absorción, aumenta la resistencia a heladas.

*CDL (2002), divulga las siguientes cualidades del humus de lombriz:*

- Es un fertilizante orgánico.
- Es granulado, homogéneo y con un olor agradable.
- Protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo.

- Posee o tiene capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma balanceada (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc).
- Mejora la retención de humedad.
- Eleva la solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporcionando una rápida asimilación por las plantas.
- Por su elevada carga microbiana contribuye a la protección del sistema radicular de bacterias y nemátodos.
- Cuenta con una concentración de sustancias húmicas (ácidos fúlvicos y húmicos).
- Sus fitohormonas favorecen el crecimiento, la floración y la fijación de flores y frutos.
- La actividad residual del humus de lombriz es de efecto prolongado.

Infoagro (2004), reporta que el humus de lombriz es de fácil manejo y puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, es necesario mantenerlo bajo condiciones óptimas de humedad (40%).

Cosme *et al* (2004), menciona que el uso de lombricomposta aporta y contribuye al mantenimiento, desarrollo y diversificación de la microflora y microfauna en el suelo.

**Cuadro No. 7. Composición del humus de lombriz.**

<b>Componentes del humus</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Nitrógeno total</b>	1.95 – 2.2%
<b>Fósforo</b>	0.23 – 1.8%
<b>Potasio</b>	1.07 – 1.5%
<b>Calcio</b>	2.70 – 4.8%
<b>Magnesio</b>	0.3 – 0.81%
<b>Hierro disponible</b>	75 mg/l
<b>Cobre</b>	89 mg/l
<b>Zinc</b>	125 mg/kg
<b>Manganeso</b>	455 mg/kg
<b>Boro</b>	57.8 mg/kg
<b>Carbono orgánico</b>	22.53%
<b>Relación C/N</b>	11.55
<b>Ácidos húmicos</b>	2.57 g Eq/100 g
<b>Hongos</b>	1500 c/g
<b>Levaduras</b>	10 c/g
<b>Actinomicetos totales</b>	170 000 000 c/g
<b>Actinomicetos quitinasa</b>	100 c/g
<b>Bacterias aeróbicas</b>	460 000 000 c/g

Fuente: González (1999) citado por Cruz (2001)

### **Gallinaza**

Labrador (1996), dice que normalmente hablamos de gallinaza, al referirnos a una mezcla de los excrementos de las gallinas, con o sin los materiales que se usan para cama en los gallineros. Es un abono orgánico de

composición heterogénea y muy estimado por su elevado contenido en elementos fertilizantes.

Labrador (1996), menciona que la gallinaza procedente de granjas de gallinas ponedoras (criadas sin cama), pierde parte de su agua secándose sobre el suelo o con un proceso acelerado de deshidratación. Su composición varía en función de la tasa de materia seca y las condiciones en las que se ha producido el secado. En líneas generales, una gallina produce alrededor de 20 kg de excrementos por año, con un 60% de materia seca. También encontramos estiércoles licuados de gallinas ponedoras, en los que se mezcla la gallinaza con agua. El producto, generalmente es rico en materia seca, N-total y N-amoniaco, en fósforo, magnesio, calcio y oligoelementos (con predominio del zinc).

Bertrand (1993) citado por Labrador (1996), manifiesta que respecto al estiércol de gallinas con cama de paja, los excrementos fermentan más o menos junto a la paja, con una importante pérdida de nitrógeno (del 30 al 40% de nitrógeno emitido por las aves). Se calcula una producción de 150 kg de cama de paja por  $m^2$  y por año. El producto final tiene una densidad pequeña que ronda las  $0.4 T/m^3$ , es rico en materia seca (generalmente más del 40%) y en elementos minerales, representando el N-amoniaco más del 30% del N-total.

**Cuadro No. 8. Composición de los excrementos de gallina.**

Componentes (%)	Gallinaza
Materia orgánica	20.00
Nitrógeno (N)	1.60
Fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.50
Potasa (K <sub>2</sub> O)	0.85
Cal (CaO)	2.40

Fuente: Aguirre (1971), citado por Labrador (1996)

Labrador (1996), afirma que la gallinaza en numerosos agrosistemas suele compostarse en montones, mezclándolos con estiércol de oveja o de conejo; en este caso, la cama aporta los materiales que aseguran un nivel de carbono necesario para una correcta relación C/N de la mezcla, durando el proceso de 2 a 3 meses. Este proceso mejora sensiblemente el producto, equilibra su composición y lo convierte en un material menos agresivo para el suelo que la gallinaza fresca, sin embargo, si el manejo del montón de compost es inadecuado puede haber unas pérdidas importantes de N-amoniacal. El proceso de composteo se incrementará si las deyecciones proceden de granjas intensivas, mezclándose con otros materiales orgánicos que equilibren la mezcla y enriqueciéndola si fuera necesario con aportes minerales.

Labrador (1996), recomienda que a pesar de ser abonos orgánicos muy utilizados deben aportarse con precaución ya que pueden originar en exceso,

fenómenos de salinidad en los suelos y modificaciones cuantitativas en la comunidad microbiana edáfica.

Mejía y Palencia (2005), sugieren que la gallinaza de uso frecuente en la agricultura, debe compostarse para que los microorganismos descompongan la materia orgánica y pongan a disposición los nutrientes. Así mismo, debe ser sometida a secado para almacenarla sin desencadenar procesos fermentativos, aumentando la concentración de materia orgánica y evitando el desarrollo de organismos perjudiciales para el cultivo. Después de seca la gallinaza debe ser tamizada y molida para homogenizar el producto, darle un tamaño uniforme a las partículas y aumentar la superficie de contacto con el suelo. El empaque y almacenamiento adecuados garantizan la conservación del producto cumpliendo con las características de calidad.

### **MiyaOrganic** (Miyamonte Mex.)

MiyaOrganic es un fertilizante orgánico, elaborado a base de materiales orgánicos que son sometidos a un proceso especializado de composteo. Activa la fauna microbiana y estimula simbiosis, incrementa la disponibilidad de nutrientes en el suelo y por consecuencia un mejor desarrollo de la planta y mejor rendimiento del cultivo.

- Incrementa la disponibilidad de los nutrientes en el suelo.
- Incrementa la eficiencia del uso del agua.
- Mejora la estabilidad estructural de los suelos.

- Reactiva la fauna microbiana.
- Eleva el contenido de materia orgánica.
- Funciona como fuente de nutrición para los cultivos.

Composición garantizada	
Componentes	% en peso
Materia orgánica	58.13
Humedad	15 – 20
pH	6.5 – 7.5
Nitrógeno (NT)	23.91
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.66
Calcio (Ca)	8.08
Potasio (K <sub>2</sub> O)	2.61
Magnesio (Mg)	0.59
Zinc (Zn)	0.02
Hierro (Fe)	0.36
Aluminio (Al)	0.06

## ÁCIDOS FÚLVICOS

Campos (2000), dice que 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. Holding (2002) hace referencia en que las

principales fracciones de las sustancias húmicas que se utilizan hoy en día son los ácidos húmicos y los fúlvicos.

## **ANTECEDENTES DE LOS ÁCIDOS FÚLVICOS**

La noción de los ácidos fúlvicos fue introducida en la primera mitad del siglo XIX por Berzelius, quien extrajo el producto de las aguas de una fuente mineral, de extractos acuosos de suelo mantilloso de la composición de minerales de pantano; y Miulder y Guerman de soluciones ácidas después de precipitar los ácidos húmicos de los extractos. Según observaciones de Berzelius, al oxidarse en el aire el ácido crénico, que tenía primero un color amarillo claro, se convertía en una sustancia parda poco soluble, parecida de aspecto al ácido húmico.

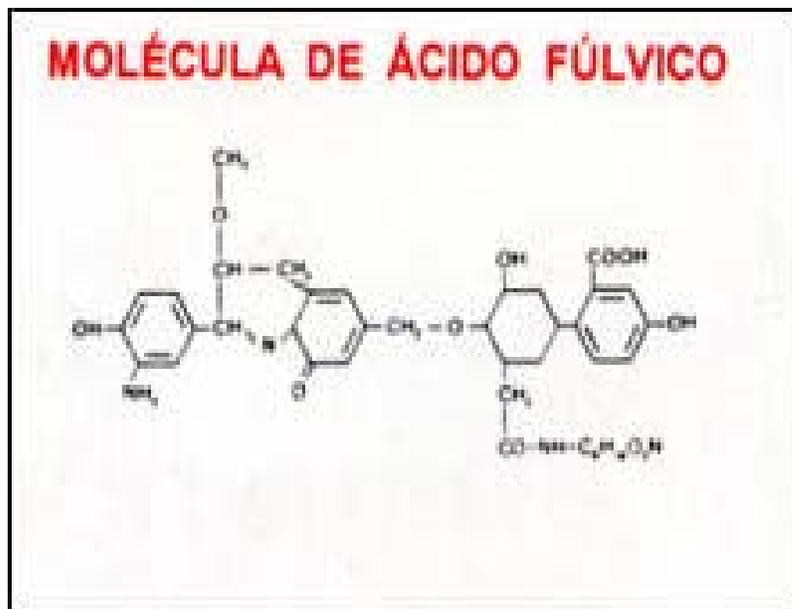
Sladky (1959), encontró que los ácidos fúlvicos, incrementaron la longitud de raíces de tomate, más que un testigo en un 10%, pero el peso seco y fresco fueron aumentados en 245 y 390% respectivamente. Los ácidos húmicos, estimularon la longitud de la raíz en un 54% y la de la parte aérea en 146%, pero el contraste más marcado, fue cuando la longitud de la parte aérea, de plantas de tomate tratadas con ácidos fúlvicos fue superior en 170%, mientras que las raíces solo aumentaron un 10%.

Seok y Bartlett (1976), indican que los ácidos fúlvicos influyen en el desarrollo de la raíz, así como también en la iniciación de la raíz a partir del hipocotilo en frijol, ya que ésta se ve estimulada con tratamientos de estos ácidos a bajas concentraciones.

Rauthan y Schnitzer (1981), presentaron que el efecto de ácidos fúlvicos a concentraciones de  $100 \text{ mg l}^{-1}$  en el crecimiento de pepinos, incrementó la longitud de la raíz en 31% y el peso del tallo en 81%, el peso seco de la planta en 130%, el número de hojas por planta en 40% y el número de flores por planta en 145%, con respecto a plantas donde se adicionaron altas concentraciones de las sustancias mencionadas.

## **DESCRIPCIÓN DE LOS ÁCIDOS FÚLVICOS**

GBM (1997), publica que los ácidos fúlvicos son compuestos que están constituidos por dos grupos: los carboxílicos y los fenólicos. Estos grupos pueden absorber cationes cuando están en forma libre, siendo los cationes bivalentes los que se adhieren con mayor fuerza a cargas negativas.



**Figura No. 2. Modelo estructural de los ácidos fúlvicos según Buffle.**

Drozd (1978) y Aitken (1985), concuerdan en que los ácidos fúlvicos son una cadena corta de moléculas las cuales tienen un peso molecular bajo, de color amarillo y solubles alcalinas y ácidas. Por otra parte, se citan también como sustancias que pertenecen a las sustancias húmicas, solubles en agua bajo todas las condiciones de pH. Los ácidos fúlvicos son amarillos o amarillo-café y ligeros en peso molecular.

Stevenson (1982), describe que los ácidos fúlvicos, son de color amarillo claro a amarillo oscuro, de bajo peso molecular (de 170 a 2000 KDa), con 45% de carbón y 48% de oxígeno.

Flaig (1966), reporta que el bajo peso molecular de los ácidos fúlvicos contiene una mayor cantidad de oxígeno pero menor cantidad de carbono que

los de alto peso molecular como los ácidos húmicos. Los ácidos fúlvicos contienen mayor cantidad de grupos funcionales de ácidos naturales, particularmente  $-\text{COOH}$ .

Schnitzer (1994), menciona que la mayor diferencia entre los AH's y los AF's, es que los segundos, poseen bajo peso molecular, son ricos en grupos  $-\text{HCO}_2$ ,  $\text{O}_2$  y en carbohidratos, pero estructuralmente las dos fracciones son similares.

Se cree que los ácidos húmicos y fúlvicos, pueden complejar y/o quelatar los cationes y colocarlos disponibles para las raíces, sin embargo no está bien establecido él o los mecanismos mediante los cuales ocurre lo anterior, por ello Schnitzer (1991), Harter y Naidu (1995), y Orlov (1995), postularon que los grupos carboxílicos ( $-\text{COOH}$ ) e hidroxilos ( $-\text{OH}$ ) fenólicos y alcohólicos de los ácidos húmicos y fúlvicos son los responsables de lo anterior, porque más del 80% de la estructura molecular de los ácidos está formada por estos grupos funcionales.

Schnitzer (2000), sugiere que la habilidad de los ácidos húmicos y fúlvicos para combinarse con iones metálicos, es debida a su gran extensión y su alto contenido de grupos funcionales activos, estimados de 500 a 900 meq/100 g para los ácidos húmicos y no más de 1400 meq/100 g para los fúlvicos y donde dominan los grupos carboxilos, alcohólicos y fenólicos.

## OBTENCIÓN DE ÁCIDOS FÚLVICOS

La forma de extracción de las sustancias húmicas, de suelos, compostas y otros materiales orgánicos, representa el punto más crítico para su estudio.

La manera más eficiente, y con amplio uso, es por vía química, con álcalis y ácidos.

Schnitzer y Schulten (1995), al igual que muchos otros autores coinciden en que el compuesto con más uso es el Hidróxido de Sodio (NaOH), a concentraciones de 0.1 y 0.5 N, en solución acuosa.

Piccolo y Mgwabe (1995), al igual que otros autores mencionan que sales neutras y ácidos orgánicos como el pirofosfato de sodio, 0.1 N y/o 0.1 M e hidróxido de potasio, 0.1 y/o 0.5 N también son probados.

Urbano (1999), dice que los ácidos fúlvicos son la fracción que permanece en solución en medio ácido tras el tratamiento con pirofosfato y que

además está compuesto por polisacáridos, ácidos urónicos, aminoácidos, compuestos fenólicos, etc., los cuales se originan en los casos en que la humificación se realiza con poca actividad biológica.

Aza (2001), realizó dos experimentos en tomate, en invernadero, donde determinó el efecto de ácidos fúlvicos de dos orígenes, uno extraído de composta y uno de leonardita y encontró que éstos tienen efecto positivo al aumentar el número y peso del fruto, en más del 25% con respecto al testigo, al cual solo se le aplicó una solución nutritiva.

### **USOS DE LOS ÁCIDOS FÚLVICOS EN LA AGRICULTURA**

Narro (1997), indica que los ácidos fúlvicos al aplicarse a suelos y plantas, estimulan el crecimiento vegetal y permiten reducir la dosis de varios agroquímicos al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo.

GBM (1997), divulga que los ácidos fúlvicos son más eficientes como potencializadores de aplicaciones foliares que los ácidos húmicos, además que el pH no afecta la solubilidad de los ácidos fúlvicos en la solución de aspersión, en cambio los ácidos húmicos tienden a precipitarse en soluciones ácidas.

Hipócrates (2000), enfatiza que los ácidos fúlvicos tienen importancia en la producción de iones minerales, son también reconocidos por su habilidad de hacer las vitaminas y minerales absorbibles para las plantas. Esto se logra al transformar minerales elementales en formas orgánicas que son fácilmente transformadas dentro y a través de las raíces y las membranas de las plantas.

David *et al* (1994), señalan que con la aplicación de ácidos fúlvicos incrementaron los pesos secos y frescos en plántulas de tomate, atribuidos al incremento en la permeabilidad de la membrana celular y efectos similares al de las hormonas.

Chen y Aviad (1990), concuerdan en que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de tallos de varias plantas, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones, Linehan (1976) a su vez reporta que provocan mayor elongación de tallos y raíces, que cuando se usan materiales húmicos y fúlvicos comerciales. Sin embargo Adani *et al* (1998), mencionan que el orden de magnitud de sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la producción y elongación de raíces y el crecimiento de tallos.

Bingman (1997), dice que la quelatación de iones es probablemente el efecto más importante de las sustancias húmicas con respecto a los seres vivos, porque al quelatar los iones, ellos facilitan la disponibilidad de éstos para

algunos mecanismos, uno de los cuales es prevenir su precipitación y otro puede ser su influencia directa en la biodisponibilidad.

### **Funciones en el Suelo**

Narro (1997), menciona algunas propiedades de las sustancias fúlvicas sobre el suelo que son:

- ✚ Mejoran la estructura del suelo reduciendo la compactación.
- ✚ Aumentan la capacidad de retención de agua.
- ✚ Facilitan la absorción de nutrientes y disminuyen las pérdidas por lixiviación.

Verdugo (2000), encontró que la micorrización de chile ancho aumentó de manera significativa en arena sílica, al añadir ácidos fúlvicos a concentraciones de 0.2 cc/l.

### **Funciones en la Planta**

Narro (1996), menciona que los principales efectos de las sustancias húmicas sobre las características de muchas plantas cultivadas son:

- ✚ Estimulan la división celular y desarrollo de meristemos.
- ✚ Incrementan la permeabilidad de las membranas vegetales.
- ✚ Actúan como reguladores del crecimiento.

- ✚ Incrementan la asimilación de nutrimentos en la planta por la vía radical y foliar.
- ✚ Mejoran el transporte de nutrimentos en la planta.
- ✚ Aceleran la fotosíntesis total y neta, y la respiración.
- ✚ Activan y estabilizan enzimas.
- ✚ Estimulan los procesos de utilización de nutrimentos.
- ✚ Incrementan la respiración y actividad oxidativa de las raíces.
- ✚ Mejoran la nutrición vegetal.
- ✚ Incrementan el rendimiento.
- ✚ Mejoran la calidad del producto cosechado.
- ✚ Producen un adelanto de cosecha.

Chen y Aviad (1990), indican que los efectos de las sustancias húmicas sobre el desarrollo vegetal bajo condiciones de adecuada nutrición vegetal, muestran resultados positivos sobre la biomasa de la planta y se menciona también que estas sustancias húmicas tienen mayores efectos sobre las raíces que sobre las partes aéreas. Además Narro (1997), ha observado que generalmente hay un estímulo del crecimiento radical y un mejoramiento de la iniciación de las raíces.

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 más importantes de los vegetales como son, la fotosíntesis y la respiración.

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.

Gutiérrez (2001), concluyó que los ácidos fúlvicos, independientemente del origen, favorecen el proceso de crecimiento de plántulas de tomate, por ejemplo aumento en longitud de raíz y tallo.

## **ALGUNOS PRODUCTOS COMERCIALES A BASE DE ÁCIDOS FÚLVICOS**

### **K-TIONIC (GBM)**

Es un producto concentrado de alta solubilidad a base de sustancias fúlvicas de origen vegetal, que muestra las siguientes características:

- Incrementa sustancialmente la capacidad de intercambio catiónico y las propiedades buferizantes del suelo provocando mayor disponibilidad de nutrientes.
- Promueve la conversión o quelación de un número de elementos menores hacia formas disponibles a las plantas mejorando el consumo

de nutrientes y previniendo las clorosis entre otros problemas nutricionales.

- Forma complejos nutricionales disponibles con los elementos mayores.
- Provoca cambios sobre las propiedades físicas de los suelos mejorando la capacidad de mantenimiento de la humedad.
- Incrementa la permeabilidad de las membranas celulares facilitando la entrada de nutrientes.
- Aplicado al suelo vía riego o en fertigación favorece el crecimiento de varios grupos de microorganismos benéficos.
- Genera un mayor desarrollo radicular que se traduce en mayor asimilación de nutrientes.
- Favorece la asimilación de nutrientes y de reguladores de crecimiento aplicados foliarmente.
- Se obtienen plantas más sanas y vigorosas que toleran más fácilmente el ataque de plagas y enfermedades.
- Hace más efectiva la actividad biológica de productos sistémicos para el control de plagas, enfermedades y malezas al facilitar la absorción y translocación en la planta.

COMPOSICIÓN PORCENTUAL: Porcentaje  
en peso

*Ingrediente activo:*

Complejo orgánico fúlvico

No menos de: 25.00%

(Equivalente a 300 g de I.A./L)

*Ingredientes inertes:*

Diluyentes y acondicionadores

No más de: 75.00%

**MiyAction** (Miyamonte Mex.)

MiyaAction es un fertilizante foliar orgánico, elaborado a base de materiales orgánicos que son sometidos a un proceso de extracción natural que permite ser aplicado en diversos cultivos. Es un producto líquido completamente soluble en agua.

- Es un sinergista.
- Es de rápida absorción.
- Favorece la adaptación del cultivo al trasplante.
- Favorece el rebrote.
- Aumenta la formación de azúcares y carbohidratos.
- No existe toxicidad, ni manchado en el fruto.
- Aumenta la firmeza del fruto.
- Es rico en potasio y micronutrientes.
- Favorece el amarre de fruto.

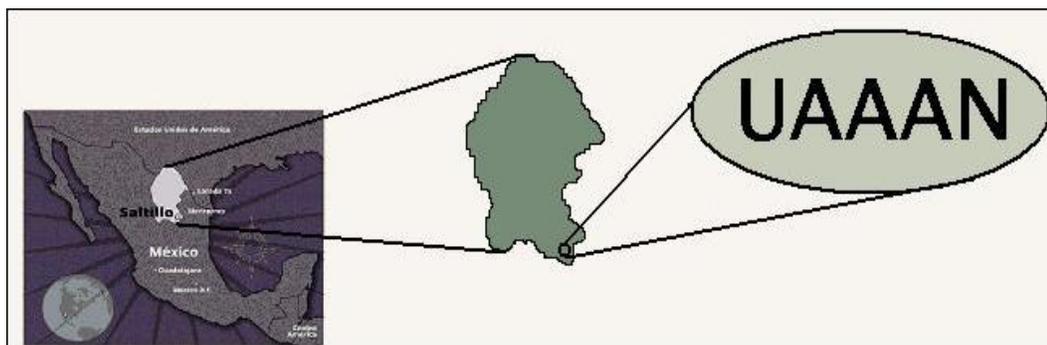
**Composición garantizada**

	% en peso
Nitrógeno (NT)	6.5
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.0
Potasio (K <sub>2</sub> O)	48.0
Ácido fúlvico	13.6
	ppm
Hierro (Fe)	9.2
Zinc (Zn)	2.3
Magnesio (Mg)	3.7
Manganeso (Mn)	1.0

## MATERIALES Y MÉTODOS

### LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en un invernadero que se encuentra en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en las coordenadas  $25^{\circ} 23'$  latitud norte y  $101^{\circ} 00'$  longitud este y con una altura media sobre el nivel del mar de 1743 metros.



**Figura No. 3. Mapa de localización del Sitio Experimental.**

### CARACTERÍSTICAS DEL INVERNADERO

El invernadero en el cual se realizó el presente trabajo de investigación consta de las siguientes características: es de tipo túnel; la cubierta que tiene es de lámina de canal mediano de acrílico laminado, plástico reforzado con fibra de

vidrio de un espesor de 1 mm del tipo 112, luminosidad de un 80 a 85%, cuando esta nueva. Actualmente permite el paso solamente del 60% de luz.

## SUSTRATOS UTILIZADOS

Los sustratos orgánicos que se utilizaron fueron Promix, Vermicomposta y MiyaOrganic (gallinaza).

**Cuadro No. 9. Sustratos orgánicos que se utilizaron en el desarrollo del experimento.**

SUSTRATO	CÓDIGO
Promix	PM
Vermicomposta	VC
MiyaOrganic	USB

### PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS

Algunos sustratos se utilizaron en forma pura (PM y VC), mientras que otro se tuvo que mezclar a una relación 1:1 (VC:USB). La relación de estos sustratos se hizo con respecto a su volumen, humedeciéndose previamente para facilitar su mezcla y un mejor llenado de charolas.

### MATERIAL BIOLÓGICO

La especie vegetal que se eligió para realizar la investigación fue la Alcachofa tipo globoso. La variedad utilizada fue la Green Globe.

### CHAROLAS GERMINADORAS

Para la siembra y producción de plántulas se utilizaron 24 charolas de unisel de 200 receptáculos.

### DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue un Bloques al Azar con arreglo Factorial A x B x C, con 4 repeticiones.

**Cuadro No. 10. Descripción de los Factores que integran el diseño experimental.**

<b>FACTOR A: Sustratos</b>	<b>FACTOR B: Fuente de Ácidos Fúlvicos</b>	<b>FACTOR C: Dosis</b>
PM	K – Tionic	Baja (5 ml/1.0 l agua)
VC	Miyaction	Media (7.5 ml/1.0 l agua)
VC : USB		Alta (10 ml/1.0 l agua)

### Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado para este experimento es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \gamma_k + \delta_l + \alpha\gamma_{jk} + \alpha\delta_{jl} + \gamma\delta_{kl} + \alpha\gamma\delta_{jkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

$$i = 1, 2 \dots 4$$

$$j = 1 \dots 3$$

$$k = 1, 2$$

$$l = 1 \dots 3$$

$Y_{ijkl}$  = Es la observación en el bloque  $i$  del nivel  $j$  de sustrato, nivel  $k$  de fuente de ácidos fúlvicos, nivel  $l$  de dosis.

$\mu$  = Es la media verdadera general.

$\beta_i$  = Es el efecto del bloque  $i$ .

$\alpha_j$  = Es el efecto del nivel  $j$  de sustrato.

$\gamma_k$  = Es el efecto del nivel  $k$  de fuente de ácidos fúlvicos.

$\delta_l$  = Es el efecto del nivel  $l$  de dosis.

$\alpha\gamma_{jk}$  = Es el efecto de la interacción del sustrato  $j$  fuente de ácidos fúlvicos  $k$ .

$\alpha\delta_{jl}$  = Es el efecto de la interacción del sustrato  $j$  dosis  $l$ .

$\gamma\delta_{kl}$  = Es el efecto de la interacción de la fuente de ácidos fúlvicos  $k$  dosis  $l$ .

$\alpha\gamma\delta_{jkl}$  = Es el efecto de la interacción del sustrato  $j$  fuente de ácido fúlvicos  $k$  dosis  $l$ .

$\varepsilon_{ijkl}$  = Es el error experimental.

## DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se utilizaron 3 sustratos orgánicos y 2 productos a base de ácidos fúlvicos a 3 dosis cada uno; lo que nos representa 18 tratamientos.

**Cuadro No. 11. Descripción de los tratamientos que se utilizaron en la investigación.**

TRATAMIENTOS	CÓDIGO
--------------	--------

1*	PM + KT + DB
2	PM + KT + DM
3	PM + KT + DA
4	PM + MY + DB
5	PM + MY + DM
6	PM + MY + DA
7	VC + KT + DB
8	VC + KT + DM
9	VC + KT + DA
10	VC + MY + DB
11	VC + MY + DM
12	VC + MY + DA
13	VC:USB + KT + DB
14	VC:USB + KT + DM
15	VC:USB + KT + DA
16	VC:USB + MY + DB
17	VC:USB + MY + DM
18	VC:USB + MY + DA

\* =Testigo, PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC:USB = 50% Vermicomposta + 50% USB; KT = K-Tionic, MY = Miyaction; DB = Dosis Baja (1.0 l/200 l agua), DM = Dosis Media (1.5 l/200 l agua) y DA = Dosis Alta (2.0 l/200 l agua).

## ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

### Siembra

La siembra se realizó manualmente el día 2 de marzo del 2005, depositando una semilla por cada cavidad de la charola.

### Aplicación de ácidos fúlvicos

La aplicación de ácidos fúlvicos se realizó manualmente por vía foliar, mediante un atomizador por cada fuente de ácidos fúlvicos: se aplicaron 5, 7.5 y 10 ml de producto en un litro de agua; a dosis baja, media y alta respectivamente. Para evaluar la respuesta de las plántulas se realizaron 3 aplicaciones foliares con 3 evaluaciones. En el cuadro 12, se presentan las fechas de las aplicaciones y evaluaciones.

**Cuadro No. 12. Calendario de aplicación de ácidos fúlvicos vía foliar y sus respectivas evaluaciones de las plántulas.**

Número	Aplicación	Evaluación
1	17 de Abril del 2005 (46 DDS)	17 de Abril del 2005 (46 DDS)
2	24 de Abril del 2005 (53 DDS)	1 de Mayo del 2005 (60 DDS)
3	1 de Mayo del 2005 (60 DDS)	14 de Mayo del 2005 (73 DDS)

DDS = días después de la siembra

## Riegos

Los riegos se realizaron manualmente con una regadera, de tal manera que los sustratos siempre tuvieran suficiente humedad para el buen desarrollo de las plántulas y evitar el estrés hídrico.

### Control de malezas

El control de malezas se realizó manualmente inmediatamente después de que emergieron éstas, con el fin de evitar cualquier tipo de competencia que pudiera existir. La Vermicomposta fue el único sustrato en el que se observaron malezas.

### Control de enfermedades

A los 48 días después de la siembra (DDS), se presentó la enfermedad Tizón temprano (*Alternaria solani*), la cual se controló con el fungicida Blasón Ultra\* (I.A. Metalaxil) a una dosis de 2.5 g/l de agua, utilizándose cuatro litros de

solución, obteniendo de esta forma una buena cobertura del follaje. Se realizaron dos aplicaciones a la dosis mencionada anteriormente, con un intervalo de 7 días entre aplicación.

### **Control de plagas**

A los 54 DDS, se tuvo problemas con el gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*), el cual se controló con el insecticida Agroper 34 (I.A. Permetrina) a una dosis de 1.0 ml/l de agua, utilizándose 1.2 litros de solución, de esta forma se obtuvo una buena cobertura del follaje. Esta plaga causó daños leves en algunas plántulas de los tratamientos con Promix.

## **EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DEL EXPERIMENTO**

### **Emergencia**

Para la toma de datos de esta variable, se contabilizó la emergencia que se presentó en 100 cavidades de las charolas, en los diversos sustratos para todas las repeticiones. El total de cavidades contabilizadas fueron 400 por sustrato. El valor resultante se dio en %. Durante el desarrollo del experimento se efectuaron 4 lecturas: a los 15, 24, 36 y 48 DDS. Para realizar el ANVA se transformó el valor de porcentaje a Arcseno, de acuerdo con lo establecido por Little y Jackson (1983), con la fórmula siguiente:

$$\text{Arcseno} = \sqrt{\frac{X}{100}}$$

donde: X = Valor en %

## **ANÁLISIS DE CRECIMIENTO**

El análisis de crecimiento de las plántulas de alcachofa se realizó considerando los aspectos de altura de plántula, longitud de raíz, número de hojas por plántula y diámetro de tallo.

### **Altura de plántula**

Se midieron 5 plántulas por tratamiento con sus 4 repeticiones, siendo un total de 20 plántulas evaluadas por tratamiento. La medición se realizó con una regla de plástico transparente de 30 cm. Las medidas se hicieron de la base del tallo hasta el ápice de la hoja más grande, esto debido al tipo de crecimiento que presenta la alcachofa, y el valor resultante se presenta en cm. Se efectuaron 3 lecturas a los 46, 60 y 73 DDS.

### **Número de hojas por plántula**

Se utilizaron 5 plántulas por tratamiento con sus 4 repeticiones, siendo un total de 20 plántulas evaluadas por tratamiento. Para la toma de datos de esta variable se contabilizaron solo las hojas verdaderas. Se efectuaron 3 lecturas a los 46, 60 y 73 DDS.

### **Diámetro del tallo**

Se utilizaron 5 plántulas por tratamiento con sus 4 repeticiones, siendo un total de 20 plántulas evaluadas. Para la toma de datos de esta variable, se utilizó un vernier y el valor resultante se presenta en mm. Se efectuó una sola lectura a los 73 DDS.

### Longitud de raíz

Se utilizó la raíz previamente lavada de 5 plántulas por tratamiento con sus 4 repeticiones, siendo un total de 20 plántulas evaluadas. Para la toma de datos de esta variable, se utilizó una regla de plástico transparente de 30 cm y el valor resultante se presenta en cm. Se efectuó una sola lectura a los 73 DDS.

## **RENDIMIENTO DE BIOMASA**

### **Peso fresco de follaje y raíz**

Se utilizaron 5 plántulas por tratamiento con sus 4 repeticiones, siendo un total de 20 plántulas evaluadas. Para la toma de datos de esta variable, se utilizó una balanza electrónica y el valor resultante se presenta en gramos. Se efectuó una sola lectura a los 73 DDS.

### **Peso seco de follaje y raíz**

Las plántulas utilizadas en los parámetros anteriores, sirvieron para la evaluación de sus pesos secos. Las muestras se secaron a la sombra durante 48 hr, después se metieron a la estufa a una temperatura de 75 °C durante 48 hr. Para la toma de datos de esta variable, se utilizó una balanza electrónica y el valor resultante se presenta en gramos. Se efectuó una sola lectura a los 73 DDS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos de la presente investigación:

### PORCENTAJE DE EMERGENCIA

**Cuadro No. 13. Valores de cuadrados medios y niveles de significancia en la emergencia de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), var. Green Globe a los 15, 24, 36 y 48 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Marzo-Abril 2005.**

Fuentes de Variación	EMERGENCIA (DDS)			
	15	24	36	48
Sustratos	579.9636**	561.2930**	120.6455**	167.4727**
Bloques	3.1807 NS	13.1908 NS	9.7799 NS	29.3613 NS
Error	3.1807	9.7484	8.5332	36.6641
CV (%)	25.65	8.35	6.75	5.81

\*\* = Valor Altamente Significativo, NS = Valor no significativo.

DDS = Días después de la siembra, CV = Coeficiente de Variación.

El cuadro 13 muestra, después de realizar el ANVA para la variable emergencia a los 15, 24, 36 y 48 DDS, que existe diferencia altamente significativa (0.01) entre los sustratos; mientras que entre los bloques dentro de cada uno de ellos, no existe diferencia significativa. Esto significa que al menos un sustrato superó a los demás en el porcentaje de emergencia, ya que tuvo mejores condiciones para que ésta se produjera.

Después de determinar que existe al menos un sustrato que marca diferencia en la emergencia (cuadro 13), se procedió a realizar la comparación de medias Diferencia Mínima Significativa (DMS al 0.01) con el fin de saber cual

fue el mejor sustrato en dicha variable y los resultados los podemos observar en el cuadro 14.

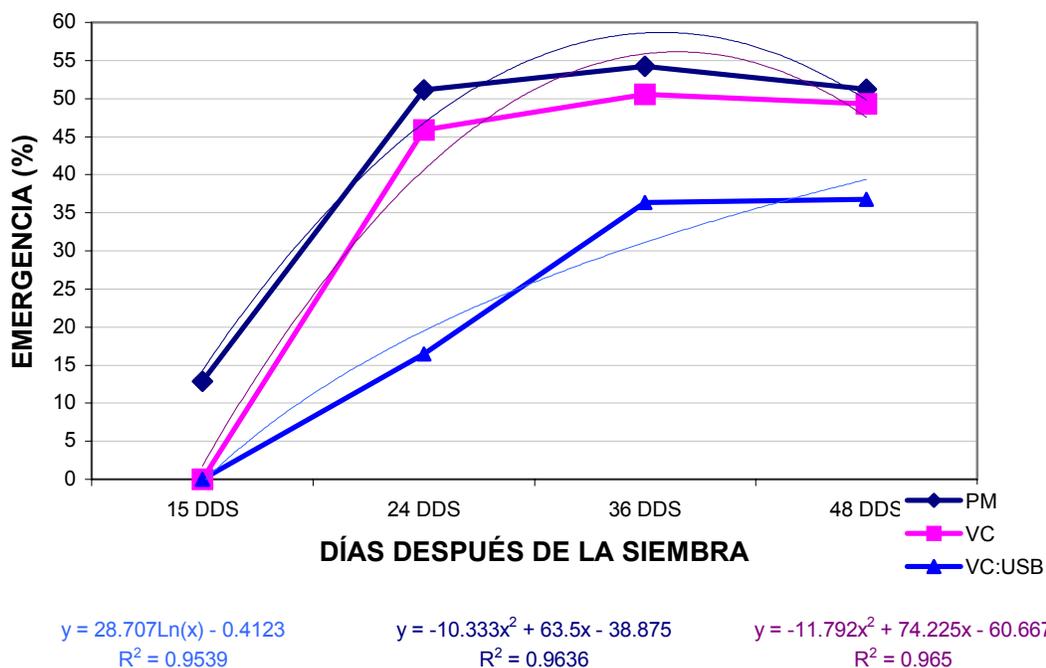
**Cuadro No. 14. Comparación de medias (DMS al 0.01) del porcentaje de emergencia obtenido en diversos sustratos, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), var. Green Globe en diferentes días después de la Siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Marzo-Abril 2005.**

SUSTRATO	EMERGENCIA (%)			
	15 DDS	24 DDS	36 DDS	48 DDS
PM	12.833 a	51.167 a	54.250 a	51.250 a
VC	0.000 b	45.917 a	50.583 a	49.333 a
VC+USB	0.000 b	16.500 b	36.333 b	36.750 b

DDS = Días después de la siembra; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic.

El cuadro 14 y la gráfica 1, muestran claramente que el sustrato en el que emergieron primeramente las plántulas fue el Promix con 12.8%, esto sucedió a los 15 DDS. A los 24 DDS el Promix y la Vermicomposta ya eran estadísticamente iguales con 51.2% y 45.9%, respectivamente; mientras que la mezcla de Vermicomposta + USB, era diferente a los anteriores con 16.5%. El mayor porcentaje de emergencia se dio a los 36 DDS, siendo los mejores sustratos nuevamente el Promix (54.3%), ya que es un sustrato a base de turba de granulación fina, concebido para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas en semilleros y la Vermicomposta (50.6%) iguales estadísticamente, lo cual concuerda con Capistrán *et al* ( 2001), que proponen que debido a la calidad y finura del producto, su mejor y más eficiente uso se está dando en México como sustrato especializado de crecimiento en semillero con charolas germinadoras bajo condiciones de invernadero. Lo anterior se

suma a lo que publica Infoagro (2004), al citar que el lombricomposto aporta parámetros físicos-químicos óptimos de un buen sustrato: densidad aparente, densidad real, espacio poroso total, espacio con poros de aire, capacidad de contenedor, humedad, pH, materia orgánica, cenizas, aumenta la capacidad de retención de agua, etc.; mientras que la mezcla de Vermicomposta + USB, es menor en un 17.9% y estadísticamente diferente con respecto a Promix. Se considera que lo anterior se debe a que este sustrato es muy salino, ya que presenta una conductividad eléctrica muy alta ocasionando una baja germinación, debido a que su origen es la gallinaza, además que durante los primeros días se formaba una costra en la superficie lo que dificultó la emergencia de la plántula.



**Gráfica No. 1. Porcentaje de emergencia de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, en cada uno de los sustratos a diferentes días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Marzo-Abril, 2005.**

Como podemos observar en el cuadro 14, la emergencia fue muy baja para los tres sustratos porque ésta estuvo influenciada en forma negativa por los cambios bruscos de temperatura que ocurrían dentro del invernadero, ya que la temperatura óptima de siembra se tiene entre los 22-24 °C. Aquí mismo nos podemos percatar que la emergencia decreció a los 48 DDS, debido a que en el invernadero se presentaron las condiciones adecuadas para la presencia de enfermedades fungosas, que dañaron las plántulas emergidas hasta llegar a ocasionar su muerte. Lo anterior concuerda con Maroto (2002), que cita que un problema bastante frecuente en el cultivo de Alcachofa es el de falta de nascencia, y menciona que esta anomalía puede estar asociada con varios factores como el riego en un momento de exceso de calor y la presencia en el suelo, agua o en el material de propagación, de patógenos diversos como nematodos u hongos principalmente como son *Rhizoctonia* o *Verticillium*. El sustrato que presentó una pérdida del 3% de emergencia de los 36 a los 48 DDS fue el Promix, la Vermicomposta perdió un 1.3%. En estos dos sustratos se consideró que la emergencia decreció debido a su alta retención de humedad que presentan estos sustratos. Según García (1999), el déficit de oxígeno a nivel radicular promueve la muerte de las raíces y la aparición de enfermedades fúngicas. En la Vermicomposta la pérdida fue menor debido a sus propiedades supresivas, que no es otra cosa más que inhibir el desarrollo de determinados agentes fitopatógenos, especialmente hongos; mientras que la mezcla de Vermicomposta + USB, aumentó un 0.4% su emergencia. Se cree que el aumento citado se debe a que el sustrato USB, con el paso del tiempo se va degradando biológicamente, debido a que se considera que el proceso de

composteo no fue realizado en forma correcta; esto impidió que el sustrato que da origen al USB, o sea la gallinaza, no se degradara en forma total, provocando que al ser aplicado como sustrato en combinación con la Vermicomposta, continuara degradándose aportando así algunas sustancias que favorecieron de alguna forma la emergencia de la plántula.

## **NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LAS VARIABLES DENTRO DE CADA FACTOR**

Para una mejor comprensión y discusión de los resultados de la presente investigación, tomando en cuenta el tipo de morfología que presentan las plántulas de Alcachofa, se determinó organizar los parámetros de evaluación de las mismas, en el orden de mayor a menor importancia, como se muestra en los cuadros 15, 16, 17, 18, 19 y 20.

El cuadro 15, muestra que al realizar el ANVA a los 73 días después de la siembra, para bloques existe diferencia altamente significativa para la mayoría de los parámetros evaluados como son: peso seco de raíz, longitud de la misma, altura de plántula, número de hojas, diámetro de tallo, peso fresco y seco de follaje; mientras que para el peso fresco de raíz, la diferencia fue solamente significativa. Esto nos indica que fue una muy buena decisión el haber bloqueado el experimento, ya que con esto, redujimos el error experimental. Para el factor A, o sea el Sustrato, encontramos que existe diferencia altamente significativa para todos los parámetros evaluados, lo que nos indica que este factor influyó de manera importante en el comportamiento de las variables agronómicas en estudio. Para el factor B, o sea la fuente de ácidos fúlvicos, se encuentra que existe diferencia altamente significativa para los parámetros longitud de raíz, peso seco de follaje y número de hojas; mientras que en las variables peso fresco y seco de raíz, así como también altura de plántula, peso fresco de follaje y diámetro de tallo no hay diferencia significativa. Para el factor C, es decir Dosis, no existe diferencia significativa para todas las variables en estudio. En la Interacción Sustrato-Fuente de ácidos fúlvicos (A x B), los parámetros radicales, número de hojas y diámetro de tallo, no presentaron diferencia significativa; mientras que en altura de plántula, peso fresco y seco de follaje se encontró diferencia altamente significativa. Dentro de la asociación Sustrato-Dosis (A x C), se identifica que existe un efecto irregular en los parámetros, ya que el peso fresco de raíz, longitud de ésta y peso seco de follaje presentan diferencias altamente significativas; solamente número de hojas muestra diferencia significativa; en el peso seco de raíz, altura de plántula, peso fresco de follaje, así como también en el diámetro de tallo no hubo diferencia significativa. La relación Fuente de ácidos fúlvicos-Dosis (B x C), mostró diferencia significativa para altura de plántula, peso seco de follaje y diámetro de tallo; mientras que los parámetros restantes no presentaron diferencia significativa.

La interacción Sustrato-Fuente de ácidos fúlvicos-Dosis (A x B x C), se distinguió por tener alta significancia estadística para la parte aérea de la plántula (AP, PFF, PSF, NH y DT); mientras que en la radical (PFR, PSR y LR) no hubo diferencia significativa.

**Cuadro No. 15. Valores de cuadrados medios y niveles de significancia obtenidos en las fuentes de variación, para cada uno de los parámetros en estudio de las plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo Coah. Mayo 2005.**

Fuentes de Variación	GL	PFR (g)	PSR (g)	LR (cm)	AP (cm)	PFF (g)	PSF (g)	NH	DT (mm)
Bloques	3	<b>0.6648 *</b>	<b>0.0975 **</b>	<b>1.6395 **</b>	<b>19.9929 **</b>	<b>27.8036 **</b>	<b>0.4744 **</b>	<b>1.6030 **</b>	<b>1.8106 **</b>
Factor A (Sustrato)	2	<b>12.0181 **</b>	<b>1.2190 **</b>	<b>0.5798 **</b>	<b>30.7742 **</b>	<b>30.3509 **</b>	<b>0.3137 **</b>	<b>1.1822 **</b>	<b>5.7222 **</b>
Factor B (Fuente AF)	1	0.1422 NS	0.0296 NS	1.0177 **	4.4204 NS	3.9387 NS	0.6272 **	4.5000 **	0.0356 NS
Factor C (Dosis)	2	<b>0.0584 NS</b>	<b>0.0094 NS</b>	<b>0.0104 NS</b>	<b>2.3336 NS</b>	<b>2.0138 NS</b>	<b>0.0968 NS</b>	<b>0.0422 NS</b>	<b>0.2956 NS</b>
A x B	2	0.0973 NS	0.0360 NS	0.0568 NS	7.5611 **	24.9345 **	0.2620 **	0.3200 NS	0.2956 NS
A x C	4	1.1666 **	0.0152 NS	0.4874 **	3.1021 NS	4.5224 NS	0.1812 **	0.3956 *	0.3056 NS
B x C	2	0.1152 NS	0.0267 NS	0.0345 NS	4.0774 *	8.7362 NS	0.1628 *	0.2467 NS	0.5356 *
A x B x C	4	0.0274 NS	0.0131 NS	0.1692 NS	7.6319 **	24.0621 **	0.4350 **	1.3067 **	1.0456 **
Error	51	0.2279	0.0139	0.0858	1.2560	4.6312	0.0389	0.1341	0.1318
CV (%)		24.28	23.00	4.70	6.95	17.90	13.07	6.83	6.54

**NS = No Significativo, \* = Significativo, \*\* = Altamente Significativo.**

**GL = Grados de Libertad, CV = Coeficiente de Variación; AF = Ácidos Fúlvicos; PFR = Peso Fresco de Raíz, PSR = Peso Seco de Raíz, LR = Longitud de Raíz, AP = Altura de Plántula, PFF = Peso Fresco de Follaje, PSF = Peso Seco de Follaje, NH = Número de Hojas y DT = Diámetro de Tallo.**

Las diferencias existentes dentro del diámetro de tallo, pesos fresco y seco de raíz se debieron principalmente al efecto del sustrato sobre éstos; la longitud de raíz y número de hojas mostraron diferencia por la influencia del sustrato y la fuente de ácidos fúlvicos; en la altura de plántula y peso fresco de follaje las diferencias se deben al sustrato, así como a la interacción de éste con la fuente de ácidos fúlvicos; en el peso seco de follaje lo único que no intervino para que existiera diferencia entre los tratamientos fue la dosis. Lo anterior lo detalla el cuadro 15 y con más sencillez el cuadro 16.

El cuadro 15, también exhibe que los resultados encontrados en la presente investigación son confiables ya que el coeficiente de variación osciló entre el 4.7% hasta 24.28%.

### **ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A CADA FACTOR (IRPF)**

En la presente investigación se ideó una forma de evaluar los parámetros agronómicos, por lo que se presenta más adelante el Índice de Respuesta de la Plántula a cada Factor (IRPF), con este índice se pretende englobar todas las variables en estudio, ya que no es otra cosa más que la sumatoria horizontal del valor de las variables evaluadas que se presentaron en cada factor. La unidad de medida que se maneja en dicho índice es por unidades simplemente.

En el cuadro 16 se detalla mediante la comparación de medias (Duncan al 95% de confiabilidad) realizada a los 73 días después de la siembra, cual fue el mejor Sustrato, Fuente de ácidos fúlvicos y Dosis para cada una de las variables evaluadas en el experimento. A este respecto se obtuvieron los siguientes resultados según el Índice de Respuesta de la Plántula a cada Factor (IRPF), el cual incluye todas las variables en estudio, el mejor sustrato fue la Vermicomposta con 51.09 unidades, seguida por la mezcla de Vermicomposta + USB (49.41 unidades) y por último el Promix (47.40 unidades), lo anterior lo podemos observar con más claridad en la gráfica 2 en la cual el IRPF está al 50% de su cantidad real, esto para una mejor visualización de su magnitud). Esto se debió a lo que citan Capistrán *et al* (2001), donde describen que la vermicomposta contiene un balance completo de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), micronutrientes (calcio, magnesio, sodio, manganeso, etc.), ácidos húmicos, fúlvicos, huminas, hormonas, vitaminas, enzimas, antibióticos, microorganismos útiles del suelo y agregados de alta estabilidad estructural. Debido a todas estas cualidades la vermicomposta produce plántulas de gran calidad. La mejor fuente es el K-Tionic obteniendo 50 unidades, esto lo podemos verificar más claramente en la gráfica 3 (donde el IRPF se presenta al 50% de su valor real), lo cual concuerda con lo que GBM publica acerca de este producto (K-Tionic), con el que se obtienen plantas más sanas y vigorosas que toleran más fácilmente el ataque de plagas y enfermedades. La dosis no presenta diferencia estadística, por lo que se recomienda aplicarla a bajas concentraciones (5 ml/l agua) por las ventajas económicas que ello implica, ya que según Rauthan y Schnitzer (1981), citan que el efecto de ácidos fúlvicos a concentraciones de 100 mg l<sup>-1</sup> incrementaron el crecimiento de pepinos, con respecto a plantas donde se adicionaron altas concentraciones de las sustancias mencionadas.



**Cuadro No. 16. Comparación de medias de valores agronómicos promedio, para cada uno de los parámetros de evaluación de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.**

Factor	Parámetros de Evaluación de Plántulas								
A (Sustrato)	PFR (g)	PSR (g)	LR (cm)	AP (cm)	PFF (g)	PSF (g)	NH	DT (mm)	IRPF
PM	2.78 a	0.76 a	6.40 a	15.18 c	10.72 b	1.43 b	5.12 b	5.00 b	47.40
<b>VC</b>	<b>1.63 b</b>	<b>0.45 b</b>	<b>6.09 b</b>	<b>17.39 a</b>	<b>12.73 a</b>	<b>1.64 a</b>	<b>5.42 a</b>	<b>5.75 a</b>	<b>51.09</b>
<b>VC + USB</b>	<b>1.49 b</b>	<b>0.33 c</b>	<b>6.22 b</b>	<b>15.84 b</b>	<b>12.61 a</b>	<b>1.45 b</b>	<b>5.55 a</b>	<b>5.92 a</b>	<b>49.41</b>
<b>B (Fuente AF)</b>									
<b>KT</b>	<b>1.92 a</b>	<b>0.53 a</b>	<b>6.12 b</b>	<b>16.38 a</b>	<b>12.26 a</b>	<b>1.60 a</b>	<b>5.61 a</b>	<b>5.58 a</b>	<b>50.00</b>
MY	2.01 a	0.49 a	6.36 a	15.89 a	11.79 a	1.42 b	5.11 b	5.53 a	48.59
<b>C (Dosis)</b>									
<b>Baja</b>	<b>2.02 a</b>	<b>0.53 a</b>	<b>6.23 a</b>	<b>16.49 a</b>	<b>12.18 a</b>	<b>1.54 a</b>	<b>5.37 a</b>	<b>5.48 a</b>	<b>49.84</b>
Media	1.95 a	0.51 a	6.22 a	15.90 a	11.69 a	1.55 a	5.40 a	5.50 a	48.72
<b>Alta</b>	<b>1.93 a</b>	<b>0.50 a</b>	<b>6.26 a</b>	<b>16.02 a</b>	<b>12.19 a</b>	<b>1.44 a</b>	<b>5.32 a</b>	<b>5.68 a</b>	<b>49.33</b>

PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; AF = Ácidos Fúlvicos, KT = K-Tionic, MY = Miyaction; Baja = 5 ml/l agua, Media = 7.5 ml/l agua, Alta = 10 ml/l agua; PFR = Peso Fresco de Raíz, PSR = Peso Seco de Raíz, LR = Longitud de Raíz, AP = Altura de Plántula, PFF = Peso Fresco de Follaje, PSF = Peso Seco de Follaje, NH = Número de Hojas, DT = Diámetro de Tallo e IRPF = Índice de Respuesta de la Plántula a cada Factor.

## *El mundo busca hombres...*

*El mundo anda siempre en busca de:*

*Hombres que no se vendan.*

*Hombres honrados, sanos desde el centro hasta la periferia.*

*Hombres íntegros hasta el fondo del corazón.*

*Hombres de conciencia fija e inmutable como la aguja que marca el norte.*

*Hombres que defiendan la razón aunque los cielos caigan y la tierra tiemble.*

*Hombres que digan la verdad sin temor al mundo.*

*Hombres que no se jacten y huyan, que no flaqueen ni vacilen.*

*Hombres que tengan valor sin necesidad de acicate.*

*Hombres que sepan lo que hay que decir y que lo digan.*

*Hombres que sepan cuál es su puesto y que lo ocupen.*

*Hombres que conozcan su trabajo y su deber y que lo cumplan.*

*Hombres que no mientan, ni se escurran ni rezonguen.*

*Hombres que quieran comer sólo lo que han ganado.*

*Hombres que no deban lo que llevan puesto.*

*O. Sweet*

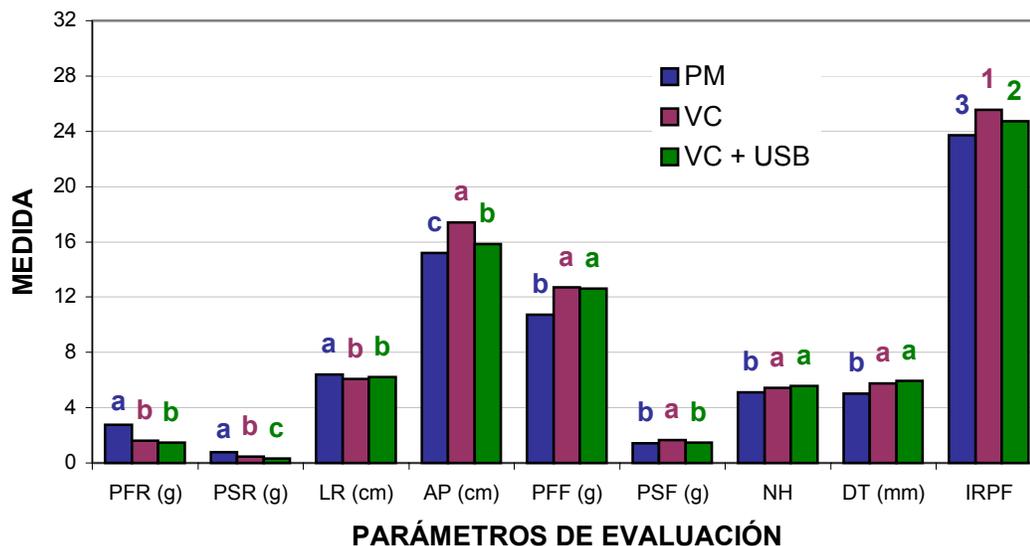
*El que degrada a los demás, se degrada así mismo.*

*Anónimo*

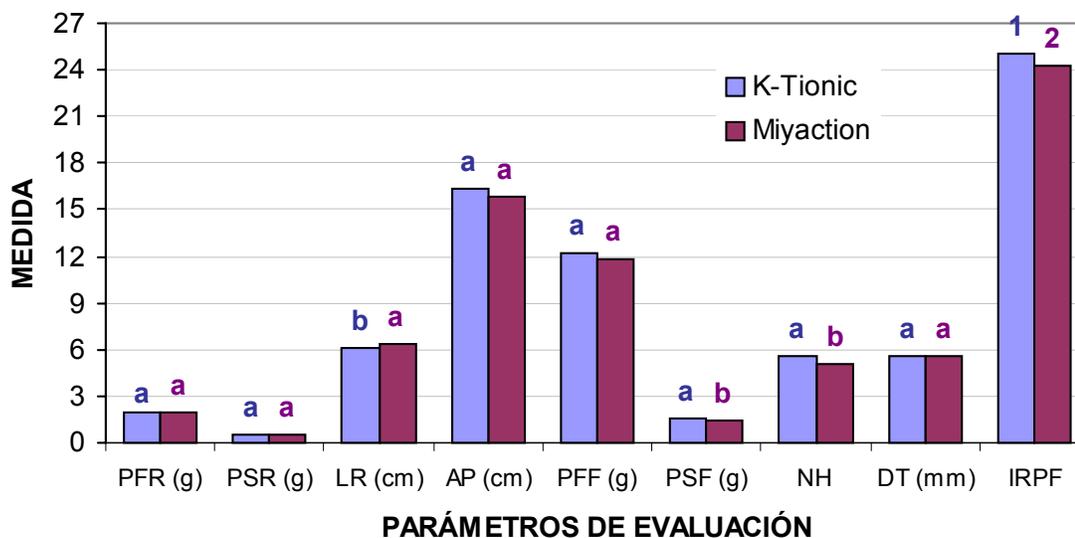
*Nunca se rebaja tanto el nivel de una conversación, como cuando se alza la voz.*

*Anónimo*





Gráfica No. 2. Valores agronómicos promedio y comparación de medias (Duncan, 0.05), en el factor Sustrato para cada uno de los parámetros en estudio, de las plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.



Gráfica No. 3. Valores agronómicos promedio y comparación de medias en el factor Fuente de ácidos fúlvicos, para cada uno de los parámetros de evaluación de las plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

Para una mejor comprensión y discusión del efecto de las interacciones entre los factores sobre las plántulas, se idearon también los Índices de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x B (IRPIAB), A x C (IRPIAC) y B x C (IRPIBC), los cuales son la sumatoria horizontal de los valores de cada uno de los parámetros de evaluación de las plántulas, de esta forma se conjuntan dichos parámetros. Los índices se utilizarán de aquí en adelante con el nombre correspondiente según la interacción de la que se esté hablando.

### **ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A LA INTERACCIÓN A X B (IRPIAB)**

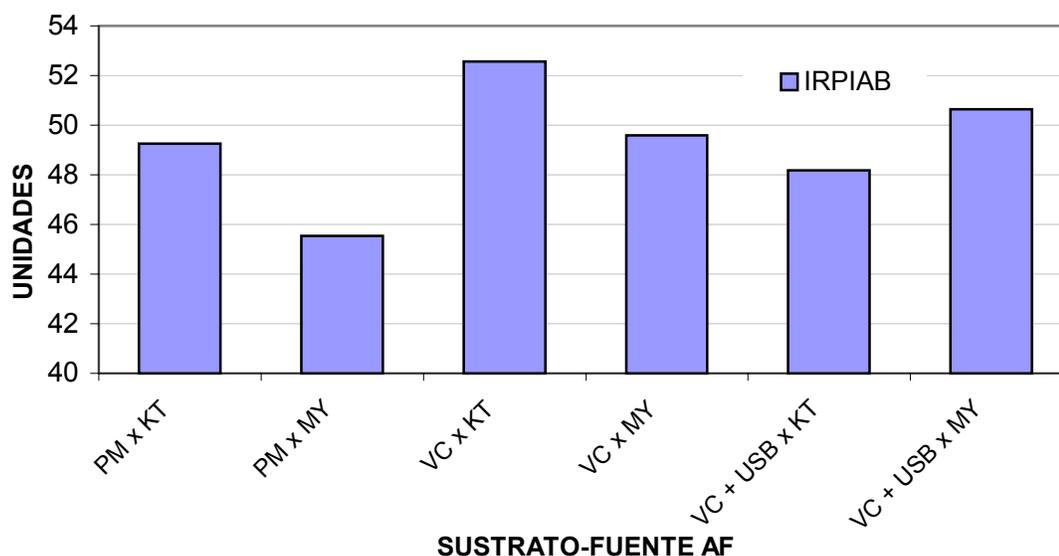
El cuadro 17, según el Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x B (IRPIAB) a los 73 DDS, el cual integra todos los parámetros de evaluación, señala los siguientes resultados: la mejor interacción es Vermicomposta-K-Tionic, con 52.6 unidades, en segundo lugar quedó la interacción entre la Vermicomposta + USB-Miyaction (50.6 unidades) y en tercer lugar, la relación entre la Vermicomposta-Miyaction con 49.6 unidades; mientras que el Promix interactuó bien con el K-Tionic obteniendo 49.3 unidades (cuarto lugar). Estos resultados se encuentran descritos con más claridad y visualización en la gráfica 4.

**Cuadro No. 17. Valores agronómicos promedio de la interacción Sustrato x Fuente de ácidos fúlvicos, para cada uno de los parámetros de evaluación de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.**

Factor A x B	Parámetros de Evaluación de Plántulas								
	PFR (g)	PSR (g)	LR (cm)	AP (cm)	PFF (g)	PSF (g)	NH	DT (mm)	IRPIAB
PM x KT	<b>2.81</b>	<b>0.82</b>	<b>6.31</b>	<b>15.71</b>	<b>11.61</b>	<b>1.60</b>	<b>5.43</b>	<b>4.97</b>	<b>49.26</b>
PM x MY	2.75	0.71	6.49	14.66	9.84	1.27	4.80	5.03	45.54
VC x KT	<b>1.53</b>	<b>0.43</b>	<b>5.91</b>	<b>18.00</b>	<b>13.48</b>	<b>1.78</b>	<b>5.53</b>	<b>5.90</b>	<b>52.57</b>
VC x MY	<b>1.73</b>	<b>0.47</b>	<b>6.26</b>	<b>16.77</b>	<b>11.97</b>	<b>1.50</b>	<b>5.30</b>	<b>5.60</b>	<b>49.60</b>
VC + USB x KT	1.43	0.35	6.13	15.44	11.67	1.43	5.87	5.87	48.18
VC + USB x MY	<b>1.55</b>	<b>0.31</b>	<b>6.32</b>	<b>16.24</b>	<b>13.56</b>	<b>1.48</b>	<b>5.23</b>	<b>5.97</b>	<b>50.64</b>

A x B = Sustrato x Fuente de Ácidos Fúlvicos; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; KT = K-Tionic, MY = Miyaction; PFR = Peso Fresco de Raíz, PSR = Peso Seco de Raíz, LR = Longitud de Raíz, AP = Altura de Plántula, PFF = Peso Fresco de Follaje, PSF = Peso Seco de Follaje, NH = Número de Hojas, DT = Diámetro de Tallo e IRPIAB = Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x B.

Si dividimos el cuadro 17, en cada sección de la plántula (columnas), podemos encontrar los siguientes resultados: la interacción Sustrato-Fuente de ácidos fúlvicos influyó positivamente en el Peso Fresco de Raíz, Peso Seco de Raíz y Altura de Plántula, en los cuales el Sustrato presentó la mayor influencia. En el Peso Fresco de Follaje, las diferencias encontradas se debieron a la interacción entre el Sustrato-Fuente de ácidos fúlvicos, donde ésta última aportó prácticamente la diferencia existente. No se encontraron diferencias estadísticas significativas, debidas a esta asociación, para Longitud de Raíz, Peso Seco de Follaje, Número de Hojas y Diámetro de Tallo.



**Gráfica No. 4. Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x B (IRPIAB) en Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.**

ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A LA INTERACCIÓN A  
X C (IRPIAC)

Los efectos de la interacción Sustrato-Dosis (A x C) sobre las plántulas de Alcachofa var. Green Globe, donde la evaluación se realizó a los 73 DDS, se muestran en el cuadro 18; este incluye el Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x C (IRPIAC) y por medio de él se encuentran los resultados siguientes: la mejor asociación se dio entre la Vermicomposta-Dosis Baja con 51.6 unidades, seguido de la relación Vermicomposta-Dosis Alta (51.2 unidades, después por la Vermicomposta-Dosis Media (50.5 unidades), estos resultados los podemos observar en la gráfica 5. Con lo anterior podemos inferir que las diferencias aquí existentes se deben básicamente a la dosis en que se adicionaron los ácidos fúlvicos, esto concuerda con otras investigaciones que exponen que dichos ácidos a concentraciones bajas la planta los aprovecha mejor.

Dentro de este mismo cuadro 18, podemos ver que la mezcla de Vermicomposta + USB se relacionó mejor con la Dosis Alta (49.9 unidades), ubicándose en cuarto lugar; mientras que el Promix se vinculó muy bien con la Dosis Baja, consiguiendo 49.3 unidades.

Al seccionar el cuadro 18, por columnas, con el fin de tener una comprensión más adecuada, y apoyándonos en el cuadro 15, se halló lo siguiente: la interacción Sustrato-Dosis logró que existiera diferencia en el Peso Fresco de Raíz, Longitud de Raíz, Peso Seco de Follaje y Número de Hojas; para la mayoría de estas variables. Lo que permitió que existiera mayor diferencia entre los tratamientos fue la dosis, excepto en el Peso Fresco de Raíz donde hubo una mayor aportación del sustrato sobre las diferencias existentes entre dichos tratamientos. En el Número de Hojas se encontró diferencia significativa, en el cual la dosis contribuyó mayormente que el sustrato, para que esta diferencia se llevara a cabo. En los parámetros Peso Seco de Raíz, Altura de Plántula, Peso Fresco de Follaje y Diámetro de Tallo, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A LA INTERACCIÓN B  
X C (IRPIBC)

El cuadro 19, dividido en columnas y con apoyo del cuadro 15, nos hace referencia de los siguientes resultados: para las variables Peso Fresco de Raíz, Peso Seco de Raíz, Longitud de Raíz, Peso Fresco de Follaje y Número de Hojas, no se obtuvo diferencia significativa entre la interacción Fuente de ácidos fúlvicos-Dosis, pero para las medidas de Altura de Plántula, Peso Seco de Follaje y Diámetro de Tallo, la diferencia

**significativa que se encontró se considera que se debió a la dosis en que fueron aplicadas estas sustancias húmicas.**

**La última columna del cuadro 19, es el Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción B x C (IRPIBC), el cual incluye todas las variables en estudio. Esta columna los siguientes resultados: la mejor relación fue K-Tionic a Dosis Alta (10 ml/l agua) con 51.38 unidades, lo siguió el Miyaction añadido a Dosis Bajas (5 ml/l agua) que llegó a 50.18 unidades (gráfica 6).**

**Cuadro No. 18. Valores agronómicos promedio de la interacción Sustrato - Dosis, para cada uno de los parámetros de evaluación de las plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.**

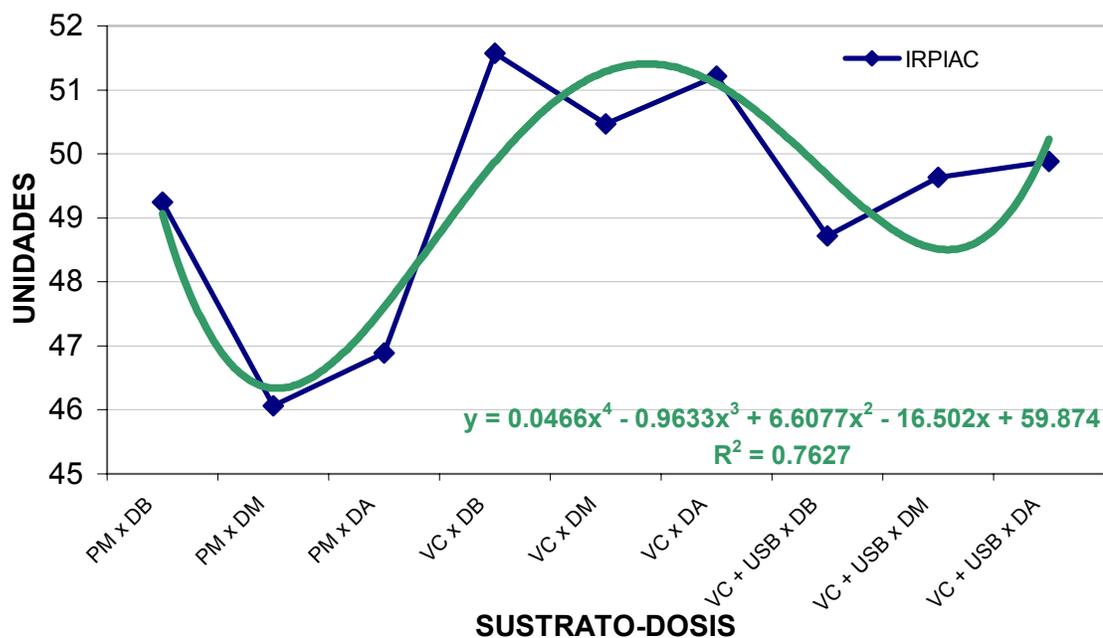
Factor A x C	Parámetros de Evaluación de Plántulas								
	PFR (g)	PSR (g)	LR (cm)	AP (cm)	PFF (g)	PSF (g)	NH	DT (mm)	IRPIAC
PM x DB	<b>2.40</b>	<b>0.81</b>	<b>6.47</b>	<b>16.35</b>	<b>11.73</b>	<b>1.64</b>	<b>5.05</b>	<b>4.80</b>	<b>49.25</b>
PM x DM	3.13	0.73	6.24	14.48	10.23	1.32	5.00	4.95	46.06
PM x DA	2.81	0.75	6.50	14.73	10.22	1.35	5.30	5.25	46.89
VC x DB	<b>1.95</b>	<b>0.42</b>	<b>6.09</b>	<b>17.23</b>	<b>12.86</b>	<b>1.58</b>	<b>5.55</b>	<b>5.90</b>	<b>51.57</b>
VC x DM	<b>1.26</b>	<b>0.46</b>	<b>5.91</b>	<b>17.51</b>	<b>12.25</b>	<b>1.80</b>	<b>5.60</b>	<b>5.70</b>	<b>50.47</b>
VC x DA	<b>1.69</b>	<b>0.46</b>	<b>6.27</b>	<b>17.43</b>	<b>13.07</b>	<b>1.55</b>	<b>5.10</b>	<b>5.65</b>	<b>51.21</b>
VC + USB x DB	1.72	0.37	6.14	15.89	11.97	1.39	5.50	5.75	48.72
VC + USB x DM	1.47	0.34	6.52	15.72	12.59	1.55	5.60	5.85	49.64
VC + USB x DA	<b>1.29</b>	<b>0.27</b>	<b>6.02</b>	<b>15.91</b>	<b>13.29</b>	<b>1.41</b>	<b>5.55</b>	<b>6.15</b>	<b>49.88</b>

A x C = Sustrato x Dosis; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; DB = 5 ml/l agua, DM = 7.5 ml/l agua, DA = 10 ml/l agua; PFR = Peso Fresco de Raíz, PSR = Peso Seco de Raíz, LR = Longitud de Raíz, AP = Altura de Plántula, PFF = Peso Fresco de Follaje, PSF = Peso Seco de Follaje, NH = Número de Hojas, DT = Diámetro de Tallo e IRPIAC = Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x C.

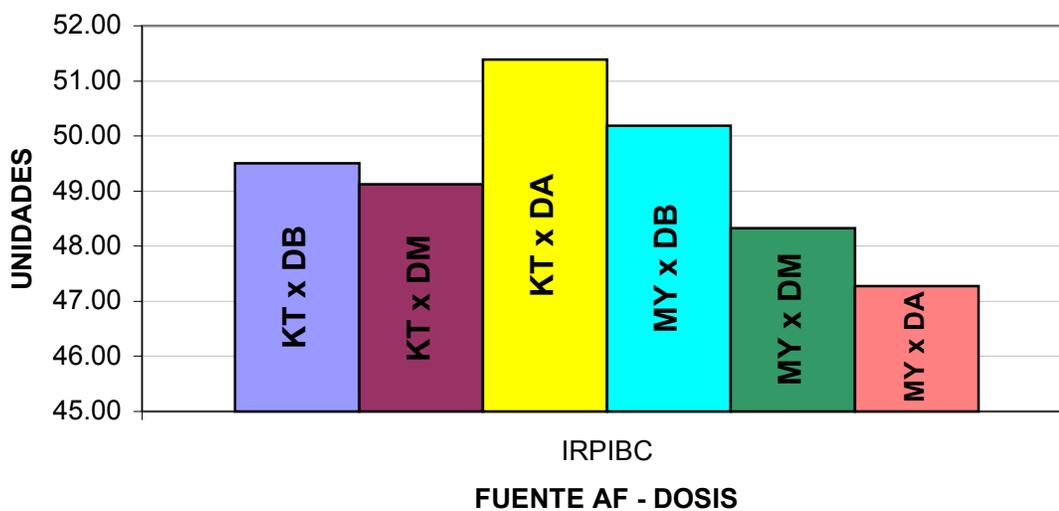
**Cuadro No. 19. Valores agronómicos promedio de la interacción Fuentes de ácidos Fúlvicos – Dosis, para cada uno de los parámetros en estudio de las plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.**

Factor B x C	Parámetros de Evaluación de Plántulas								IRPIBC
	PFR (g)	PSR (g)	LR (cm)	AP (cm)	PFF (g)	PSF (g)	NH	DT (mm)	
KT x DB	1.95	0.56	6.15	16.52	11.96	1.54	5.50	5.33	49.50
KT x DM	1.99	0.50	6.07	15.89	11.70	1.68	5.70	5.60	49.12
KT x DA	1.83	0.55	6.13	16.74	13.11	1.59	5.63	5.80	51.38
MY x DB	2.09	0.51	6.31	16.46	12.41	1.54	5.23	5.63	50.18
MY x DM	1.92	0.52	6.37	15.91	11.68	1.43	5.10	5.40	48.33
MY x DA	2.02	0.44	6.39	15.30	11.28	1.28	5.00	5.57	47.27

B x C = Fuente de Ácidos Fúlvicos x Dosis; KT = K-Tionic, MY = Miyaction; DB = 5 ml/l agua, DM = 7.5 ml/l agua, DA = 10 ml/l agua; PFR = Peso Fresco de Raíz, PSR = Peso Seco de Raíz, LR = Longitud de Raíz, AP = Altura de Plántula, PFF = Peso Fresco de Follaje, PSF = Peso Seco de Follaje, NH = Número de Hojas, DT = Diámetro de Tallo e IRPIBC = Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción B x C.



Gráfica No. 5. Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x C (IRPIAC) en Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.



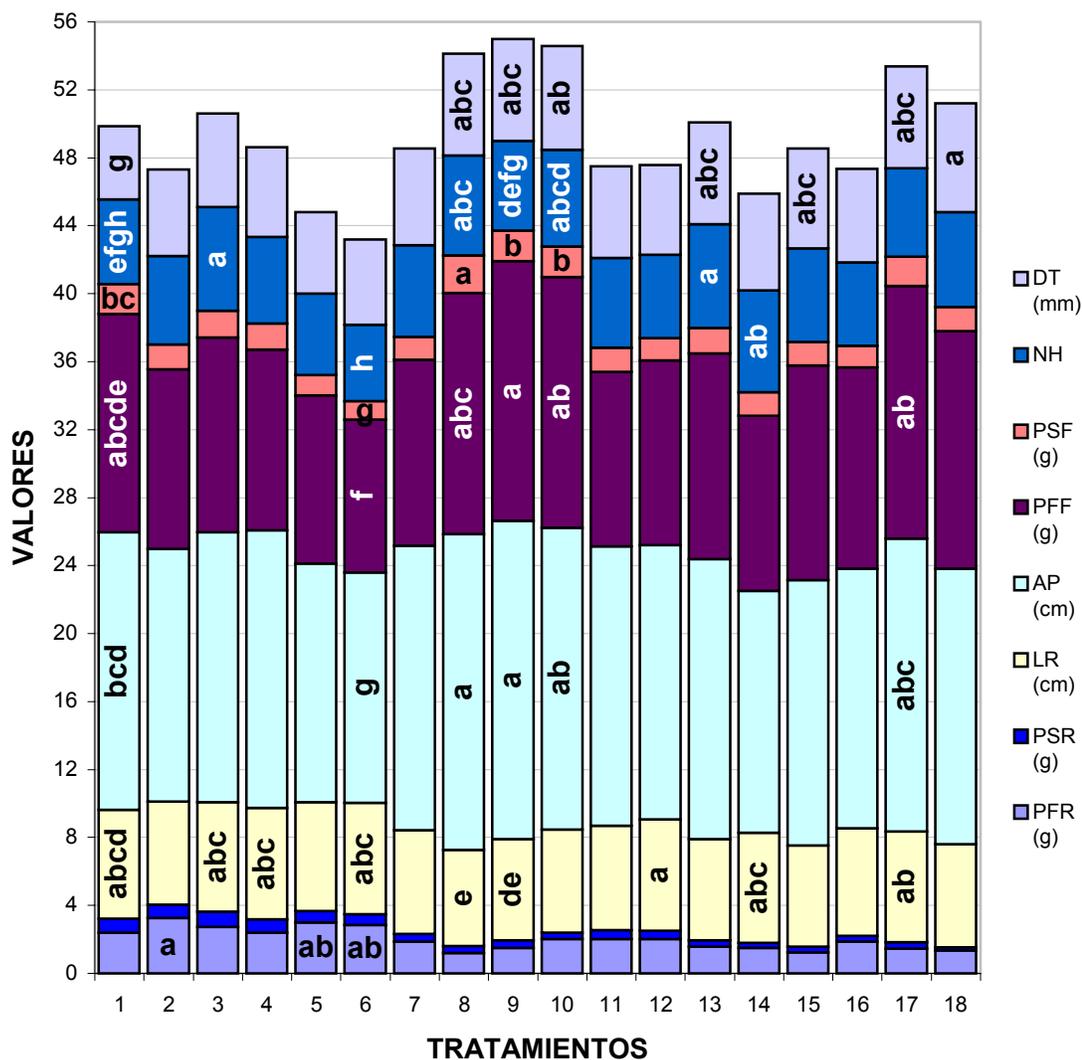
Gráfica No. 6. Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción B x C (IRPIBC) en Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

**Cuadro No. 20. Valores agronómicos promedio y comparación de medias en la interacción de los factores A x B x C, para cada uno de los parámetros de evaluación de las plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.**

	Factor A x B x C	Parámetros de Evaluación de Plántulas								IRPT
		PFR (g)	PSR (g)	LR (cm)	AP (cm)	PFF (g)	PSF (g)	NH	DT (mm)	
1	PM x KT x DB	2.41 bcd*	0.83 ab	6.39 abcd	16.35 bcd	12.83 abcde	1.76 bc	5.00 efgh	4.30 g	49.87
2	PM x KT x DM	3.26 a	0.78 abc	6.08 abcde	14.88 defg	10.57 def	1.46 cdef	5.20 defg	5.10 ef	47.32
<b>3</b>	<b>PM x KT x DA</b>	<b>2.75 abc</b>	<b>0.87 a</b>	<b>6.46 abc</b>	<b>15.90 bcde</b>	<b>11.43 bcdef</b>	<b>1.60 bcde</b>	<b>6.10 a</b>	<b>5.50 bcde</b>	<b>50.60</b>
<b>4</b>	<b>PM x MY x DB</b>	<b>2.40 bcd</b>	<b>0.80 abc</b>	<b>6.54 abc</b>	<b>16.35 bcd</b>	<b>10.63 cdef</b>	<b>1.52 bcde</b>	<b>5.10 defg</b>	<b>5.30 def</b>	<b>48.63</b>
5	PM x MY x DM	3.00 ab	0.68 bcd	6.39 abcd	14.07 fg	9.89 ef	1.18 gf	4.80 gh	4.80 fg	44.81
6	PM x MY x DA	2.87 ab	0.64 cde	6.53 abc	13.55 g	9.00 f	1.11 g	4.50 h	5.00 ef	43.19
7	VC x KT x DB	1.88 de	0.44 gf	6.13 abcd	16.72 bcd	10.95 cdef	1.35 efg	5.40 abcdefg	5.70 bcd	48.56
<b>8</b>	<b>VC x KT x DM</b>	<b>1.21 e</b>	<b>0.41 gf</b>	<b>5.64 e</b>	<b>18.58 a</b>	<b>14.22 abc</b>	<b>2.20 a</b>	<b>5.90 abc</b>	<b>6.00 abc</b>	<b>54.15</b>
<b>9</b>	<b>VC x KT x DA</b>	<b>1.51 e</b>	<b>0.44 gf</b>	<b>5.97 de</b>	<b>18.71 a</b>	<b>15.29 a</b>	<b>1.79 b</b>	<b>5.30 defg</b>	<b>6.00 abc</b>	<b>55.01</b>
<b>10</b>	<b>VC x MY x DB</b>	<b>2.02 cde</b>	<b>0.40 fgh</b>	<b>6.05 cde</b>	<b>17.74 ab</b>	<b>14.77 ab</b>	<b>1.81 b</b>	<b>5.70 abcd</b>	<b>6.10 ab</b>	<b>54.58</b>
11	VC x MY x DM	1.31 e	0.52 def	6.17 abcd	16.43 bcd	10.28 ef	1.40 efg	5.30 defg	5.40 cde	46.80
12	VC x MY x DA	1.86 de	0.48 efg	6.57 a	16.15 bcd	10.85 cdef	1.31 efg	4.90 fgh	5.30 def	47.42
<b>13</b>	<b>VC+USB x KT x DB</b>	<b>1.57 e</b>	<b>0.40 fgh</b>	<b>5.94 de</b>	<b>16.48 bcd</b>	<b>12.11 abcdef</b>	<b>1.50 bcdef</b>	<b>6.10 a</b>	<b>6.00 abc</b>	<b>50.09</b>
14	VC+USB x KT x DM	1.49 e	0.31gh	6.49 abc	14.22 efg	10.31 ef	1.39 efg	6.00 ab	5.70 bcd	45.90
15	VC+USB x KT x DA	1.23 e	0.34 fgh	5.96 de	15.62 cdef	12.61 abcdef	1.40 efg	5.50 abcdef	5.90 abc	48.55
16	VC+USB x MY x DB	1.87 de	0.34 fgh	6.33 abcd	15.30 defg	11.83 abcdef	1.29 efg	4.90 fgh	5.50 bcde	47.35
<b>17</b>	<b>VC+USB x MY x DM</b>	<b>1.45 e</b>	<b>0.38 fgh</b>	<b>6.55 ab</b>	<b>17.22 abc</b>	<b>14.87 ab</b>	<b>1.72 bcd</b>	<b>5.20 defg</b>	<b>6.00 abc</b>	<b>53.38</b>
18	VC+USB x MY x DA	1.34 e	0.21 h	6.07 bcde	16.19 bcd	13.98 abcd	1.43 defg	5.60 abcde	6.40 a	51.21

\* = Valores con la misma letra dentro de cada columna, son estadísticamente iguales (Duncan al 0.05).

A x B x C = Sustrato x Fuente de Ácidos Fúlvicos x Dosis; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; KT = K-Tionic, MY = Miyaction; DB = 5 ml/l agua, DM = 7.5 ml/l agua, DA = 10 ml/l agua; PFR = Peso Fresco de Raíz, PSR = Peso Seco de Raíz, LR = Longitud de Raíz, AP = Altura de Plántula, PFF = Peso Fresco de Follaje, PSF = Peso Seco de Follaje, NH = Número de Hojas, DT = Diámetro de Tallo e IRPT = Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos.



Gráfica No. 7. Comparación de medias de los valores agronómicos para cada uno de los parámetros en estudio de las plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

## ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A LOS TRATAMIENTOS (IRPT)

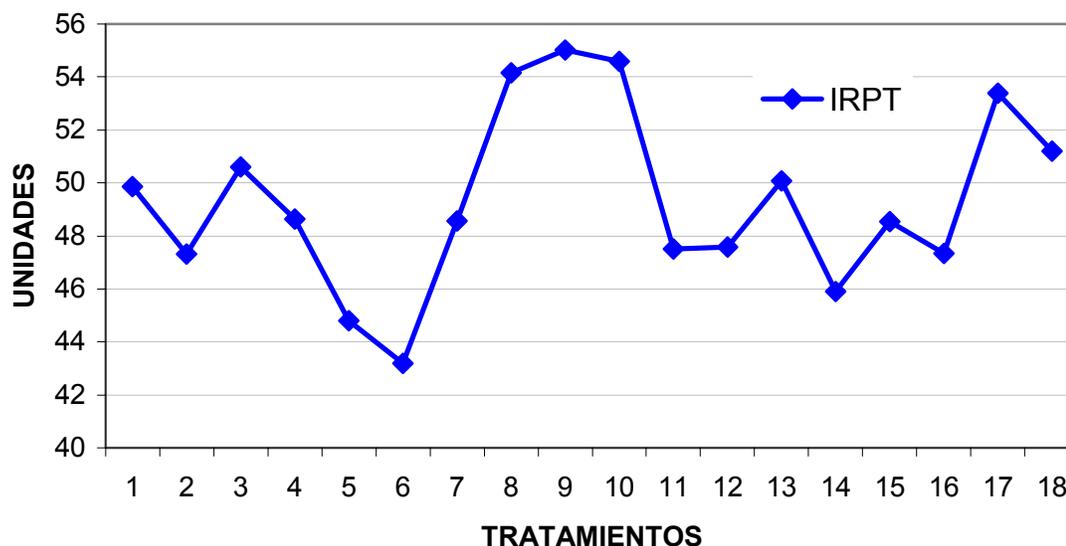
La interacción de todos los factores (Sustrato-Fuente de ácidos fúlvicos-Dosis) a los 73 DDS, la podemos identificar en el cuadro 20 y en la gráfica 7; estos son los tratamientos reales de la presente investigación. Primeramente se dividió este cuadro por columnas, con el fin de aclarar cual fue el efecto de la Interacción A x B x C, en cada una de las variables evaluadas. Al realizar la comparación de medias por medio de Duncan al 95% de seguridad, se tiene lo siguiente: el mejor resultado para Peso Fresco de Raíz lo encontramos en el tratamiento 2 (PM x KT x DM) con 3.3 g, el cual superó al tratamiento testigo (PM x KT x DB) por 0.9 g y al tratamiento 8 (VC x KT x DM) por 2.1 g; seguido por los tratamientos 5 (PM x MY x DM) y 6 (PM x MY x DA) que son iguales estadísticamente, con 3.0 g y 2.9 g respectivamente. Para Peso Seco de Raíz, el tratamiento mejor fue el 3 (PM x KT x DA) con 0.9 g, superando al tratamiento más bajo el 18 (VC+USB x MY x DA) por 0.7 g; seguido del tratamiento testigo con 0.8 g.

En Longitud de Raíz el tratamiento 12 (VC x MY x DA) con 6.6 cm fue el mejor, el cual superó al tratamiento testigo (PM x KT x DB) por 0.2 cm y al de menor longitud de raíz que fue el 8 (VC x KT x DM) por 0.9 cm; seguido por el 17 (VC+USB x MY x DM) con 6.6 cm.

Para la variable Altura de plántula, estadísticamente son iguales los tratamientos 9 (VC x KT x DA) y 8 (VC x KT x DM) con valores de 18.7 cm y 18.6 cm respectivamente, el primero supera al tratamiento testigo (PM x KT x DB) por 2.4 cm y al tratamiento 6 (PM x MY x DA) por 5.2 cm, ya que éste fue el de menor resultado. También el tratamiento 9 (VC x KT x DA) fue el mejor para Peso Fresco de Follaje, con un valor de 15.3 g, superando al testigo (PM x KT x DB) por 2.5 g y al tratamiento 6 (PM x MY x DA) por 6.3 g; seguido por los tratamientos 17 (VC+USB x MY x DM) y 10 (VC x MY x DB) que son iguales estadísticamente con 14.9 g y 14.8 g respectivamente.

En el Peso Seco de Follaje, el mejor tratamiento fue el 8 (VC x KT x DM) que obtuvo 2.2 g, superando al testigo (PM x KT x DB) por 0.4 g y por 1.1 g al tratamiento 6 que fue el más bajo; seguido por los tratamientos 10 (VC x MY x DB) y 9 (VC x KT x DA) que son iguales con 1.8 g. Los tratamientos 3 (PM x KT x DA) y 13 (VC+USB x KT x DB) son los mejores ambos con 6.1 hojas, rebasando al testigo (PM x KT x DB) por 1.1 hojas y al tratamiento más bajo (T6) por 1.6 hojas. Para la última variable en orden de importancia, que es el Diámetro de Tallo, se halló que el mejor tratamiento fue el 18 (VC+USB x MY x DA) con 6.4 mm, el cual superó al testigo (PM x KT x DB) con 2.1 mm ya que éste fue el que

presentó menor grosor de tallo; seguido del tratamiento 10 (VC x MY x DB) con 6.1 mm.



Gráfica No. 8. Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos (IRPT) en Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

Para el análisis general de las variables en conjunto que se encuentran en el cuadro 20, se ideó el Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos (IRPT), el cual es la sumatoria horizontal de los valores de todas las variables en estudio para cada tratamiento, esto se realizó a los 73 DDS y por medio de este índice se tienen los siguientes resultados: el mejor tratamiento fue el 9 (VC x KT x DA) con 55.0 unidades, seguido por el 10 (VC x MY x DB) con 54.6 unidades, después el 8 (VC x KT x DM) con un valor de 54.2 unidades, el cuarto lugar lo ocupa el tratamiento 17 (VC+USB x MY x DM) con 53.4 unidades. El mejor tratamiento que es el 9 (VC x KT x DA), superó al tratamiento testigo (PM x KT x DB) por 5.1 unidades y al que obtuvo los resultados más bajos que fue el tratamiento 6 (PM x MY x DA) por 11.8 unidades.

De manera general de acuerdo con el IRPT (cuadro 20), los tratamientos quedan de la siguiente manera según su orden de mayor a menor importancia:

9>10>8>17>18>3>13>1>4>7>15>12>16>2>11>14>5>6

CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE PLÁNTULAS

Cuadro No. 21. Correlaciones con nivel de significancia, de los diversos parámetros de evaluación de las plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE PLÁNTULAS								
	PSR	PSF	PFR	PFF	LR	DT	NH	IRPT
AP	-0.249	0.826**	-0.544*	0.809**	-0.542*	0.521*	0.369	0.922**
NH	-0.284	0.477*	-0.431	0.349	-0.479*	0.618**		0.486*
DT	-0.771**	0.329	-0.712**	0.611**	-0.516*			0.608**
LR	0.389	-0.506*	0.430	-0.491*				-0.509*
PFF	-0.437	0.765**	-0.535*					0.936**
PFR	0.817**	-0.339						-0.527*
PSF	-0.040							0.867**
PSR								-0.268

\* = Significativa, \*\* = Altamente Significativa; PSR = Peso Seco de Raíz, PSF = Peso Seco de Follaje, PFF = Peso Fresco de Follaje, LR = Longitud de Raíz, DT = Diámetro de Tallo, NH = Número de Hojas, AP = Altura de Plántula e IRPT = Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos.

En el cuadro 21 se observa que el Peso Seco de Raíz tiene una correlación positiva con la Longitud de Raíz (0.398) y con Peso Fresco de Raíz (0.817\*\*), esto quiere decir que al aumentar un parámetro automáticamente obtendremos un aumento entre los otros dos; sucediendo lo contrario con la Altura de Plántula, Número de Hojas, Diámetro de Tallo, Peso Fresco de Follaje y Peso Seco de Follaje, lo cual dice que si aumenta cualquiera de estas variables, el Peso Seco de Raíz decrecerá ya que presenta una correlación negativa con estos parámetros. El Peso Seco de Follaje presenta correlaciones negativas con la Longitud de Raíz (-0.506\*), Peso Fresco de Raíz (-0.339) y con el Peso Seco de Raíz (-0.040), es decir que cuanto más raíz tenga la plántula menor será el Peso Seco de Follaje. Al correlacionar el Peso Fresco de Raíz, se observa que éste presenta correlaciones negativas con la Altura de Plántula (-0.544\*), Número de Hojas (-0.431), Diámetro de Tallo (-0.712\*\*) y Peso Fresco de Follaje (-0.535\*), así es que, entre mayor sea el Peso Fresco de Raíz, menor será el valor de las variables antes mencionadas. El Peso Fresco de Follaje, está correlacionado, altamente significativo, en forma positiva con la Altura de Plántula (0.809), esto quiere decir que entre más grandes fueron las plántulas mayor fue su peso fresco de follaje, de igual forma presentaron un mayor diámetro de tallo y mayor número de hojas. La Longitud de Raíz fue mayor en plántulas más pequeñas, con menor número de hojas y que presentaron un tallo de menor grosor. El Diámetro de Tallo estuvo influenciado altamente significativo por el Número de

**Hojas, ya que los dos aumentaron simultáneamente, al igual que con la Altura de Plántula. El Número de Hojas en cierta forma aumentó, al aumentar la altura de las plántulas.**

**Con respecto a que variable tiene mayor influencia sobre el Índice de Respuesta de la Plántula a cada Tratamiento (IRPT), en el cuadro 21 se identificó que el Peso Fresco de Follaje, Altura de Plántula, Peso Seco de Follaje y Diámetro de Tallo se correlacionaron altamente significativo en forma positiva, además el Número de hojas tuvo una correlación significativa de manera positiva con este índice; mientras que los parámetros Longitud de Raíz, Peso Fresco de Raíz y Peso Seco de Raíz, se contraponen con respecto a dicho índice, esto se refiere a que los tratamientos que presentan un mayor IRPT, tendrán menor valor de Peso Fresco y Seco de Raíz, así como menor longitud de la misma.**

**Por medio del cuadro 21, según las correlaciones, se deduce que los efectos de los ácidos fúlvicos muestran resultados positivos sobre la biomasa de la plántula y se asume que los ácidos fúlvicos presentan una mayor influencia sobre la parte aérea de la plántula que sobre las raíces de la misma.**

#### **PROPUESTA DE UN MÉTODO AGRONÓMICO – ESTADÍSTICO PARA LA SELECCIÓN DE PLÁNTULAS INTEGRALES**

**Este método es una propuesta para resolver la problemática que se presenta cuando se requiere seleccionar al tratamiento que produzca plántulas, que tengan buena parte radical como aérea es decir, integrales. Este método consiste, más que nada, en dividir la plántula en dos partes: la parte radical, que integra los parámetros asociados con la raíz (Peso Fresco de Raíz, Peso Seco de Raíz y Longitud de Raíz) y la parte aérea, que se compone de los que están relacionados con el follaje (Altura de Plántula, Peso Fresco de Follaje, Peso Seco de Follaje, Número de Hojas y Diámetro de Tallo). Dentro de los parámetros tanto radicales como aéreos tenemos lo que es el Valor Real, que es la suma de los promedios de los componentes de dicho parámetro (por ejemplo PFR + PSR + LR). Posteriormente, al tratamiento que tenga el mínimo Valor Real, se le asigna una Calificación mínima (n) y conforme va aumentando dicho valor, la Calificación se aumenta (n + 1, n + 2, n + 3 y así sucesivamente). Después para determinar cual es el mejor tratamiento se prosigue a calcular una Media de las dos Calificaciones y el tratamiento que presente el valor absoluto más alto será el mejor. Para la presente investigación, los resultados obtenidos se encuentran en los cuadros 22, 23, 24, 25 y 26.**

#### **LOS FACTORES EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS INTEGRALES**

Del cuadro 22, se deduce para las variables radicales (PFR, PSR y LR) lo siguiente: el Promix con 9.94 unidades, es el mejor sustrato (gráfica 9); la fuente más adecuada es el Miyaction con 8.86 unidades esto concuerda con Linehan (1976) que reporta que las sustancias fúlvicas naturales provocan mayor elongación de tallos y raíces, que cuando se usan materiales húmicos y fúlvicos comerciales; y la mejor Dosis fue la Baja con 8.78 unidades, esto último coincide con Seok y Bartlett (1976), que indican que los ácidos fúlvicos influyen en el desarrollo de la raíz, así como también en la iniciación de la raíz a partir del hipocotilo en frijol, ya que ésta se ve estimulada con tratamientos de estos ácidos a bajas concentraciones.

Cuadro No. 22. Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos en cada factor, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

Factor	PARÁMETROS				Media
	RADICALES		AÉREOS		
A: Sustrato	Valor Real	Calificación	Valor Real	Calificación	
PM	9.94	3	37.46	1	2.0
VC	8.17	2	42.92	3	2.5
VC + USB	8.04	1	41.37	2	1.5
<b>B: Fuente AF</b>					
KT	8.57	1	41.43	2	1.5
MY	8.86	2	39.73	1	1.5
<b>C: Dosis</b>					
Baja	8.78	2	41.06	3	2.5
Media	8.68	1	40.04	1	1.0
Alta	8.68	1	40.65	2	1.5

Parámetros: Radicales (Peso Fresco y Seco de Raíz, Longitud de Raíz) y Aéreos (Peso Fresco y Seco de Follaje, Altura de Plántula, Número de Hojas, Diámetro de Tallo).

Valor Real = Sumatoria de los promedios de los parámetros radicales o aéreos.

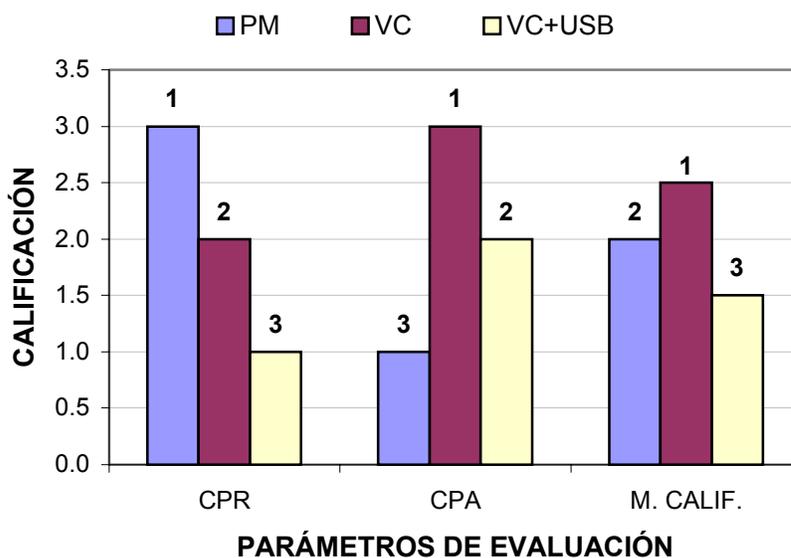
Calificación = Valor Real mínimo (n) y conforme aumenta el Valor Real (n+1, n+2, n+3, etc.).

Media = Valor absoluto del promedio de las dos calificaciones.

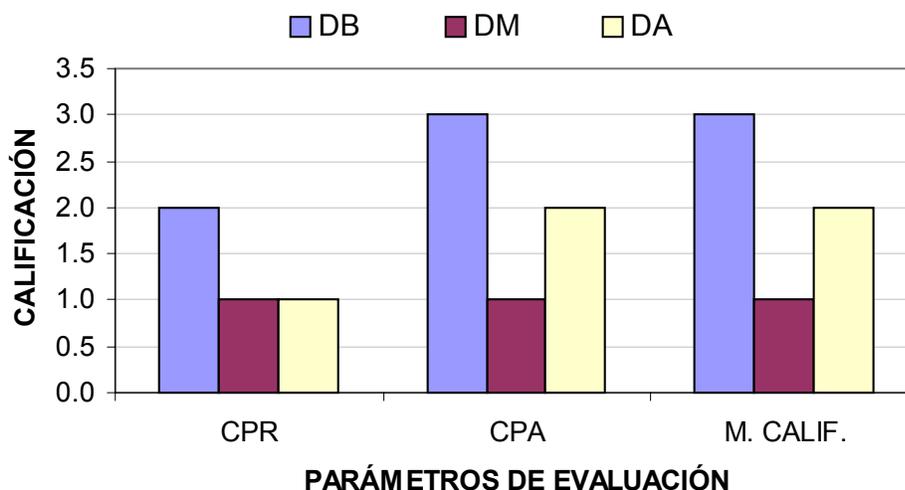
PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; KT = K-Tionic, MY = Miyaction; Baja = 5 ml/l agua, Media = 7.5 ml/l agua y Alta = 10 ml/l agua.

Con la ayuda del cuadro 22, se descubrió para las variables aéreas (AP, PFF, PSF, NH y DT) lo siguiente: el mejor sustrato fue la Vermicomposta con 42.92 unidades (gráfica 9); la fuente K-Tionic con 41.43 unidades, fue el idóneo para éstas variables; y la mejor dosis siguió siendo la Baja con 41.06 unidades.

En base a los dos párrafos anteriores, podemos establecer que el Miyaction, presenta un efecto opuesto al K-Tionic, ya que el primero muestra un mayor efecto hacia la raíz y el segundo lo marca hacia la parte aérea de la plántula.



Gráfica No. 9. Calificación de los parámetros radicales y aéreos en el Factor Sustrato, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.



Gráfica No. 10. Calificación de los parámetros radicales y aéreos en el Factor Dosis, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

**Para determinar que componente de cada factor podría producir plántulas equilibradas, en cuanto a la parte radicular como a la parte aérea, nos apoyamos del cuadro 22 y mediante las medias de las calificaciones, se estimaron los siguientes resultados: dentro del factor A, el sustrato superior es la Vermicomposta (gráfica 9); para el factor B, las fuentes son iguales; y la mejor dosis, nuevamente fue la Baja (gráfica 10).**

## INTERACCIÓN SUSTRATO-FUENTE DE ÁCIDOS FÚLVICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS INTEGRALES

Cuadro No. 23. Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos en la interacción de los factores A x B, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

Factor A x B	PARÁMETROS				Media
	RADICALES		AÉREOS		
	Valor Real	Calificación	Valor Real	Calificación	
PM x KT	9.94	5	39.32	2	3.5
PM x MY	9.95	6	35.60	1	3.5
VC x KT	7.87	1	44.70	6	3.5
VC x MY	8.46	4	41.14	4	4.0
VC + USB x KT	7.91	2	40.27	3	2.5

VC + USB x MY	8.18	3	42.47	5	4.0
---------------	------	---	-------	---	-----

Parámetros: Radicales (Peso Fresco y Seco de Raíz, Longitud de Raíz) y Aéreos (Peso Fresco y Seco de Follaje, Altura de Plántula, Número de Hojas, Diámetro de Tallo).

Valor Real = Sumatoria de los promedios de los parámetros radicales o aéreos.

Calificación = Valor Real mínimo (n) y conforme aumenta el Valor Real (n+1, n+2, n+3, etc.).

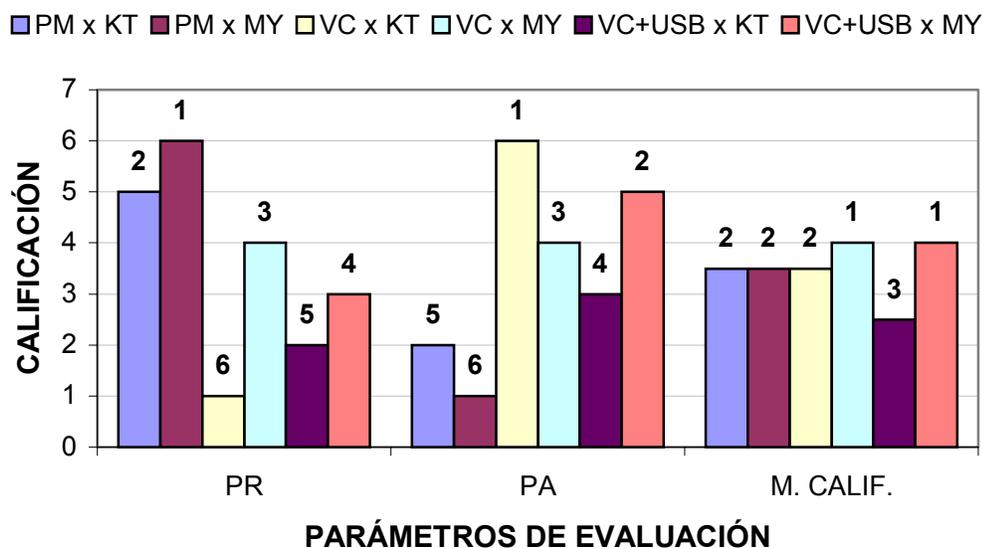
Media = Valor absoluto del promedio de las dos calificaciones.

A x B = Sustrato x Fuente de ácidos fúlvicos; PM = Promix, VC = Vermicomposta, = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; KT = K-Tionic, MY = Miyaction.

VC + USB

Mediante el cuadro 23, se obtuvo que para las variables radicales (PFR, PSR y LR) lo siguiente: existieron muy buenas interacciones entre la Vermicomposta, Vermicomposta + USB y Promix con el Miyaction (9.95 unidades), pero esta última interacción fue la mejor (gráfica 11).

Con el apoyo del cuadro 23, se señaló para las variables aéreas (AP, PFF, PSF, NH y DT) lo siguiente: existieron muy buenas interacciones entre la Vermicomposta, Vermicomposta + USB y Promix con el K-Tionic, pero la primera fue la mejor relación con 44.70 unidades.



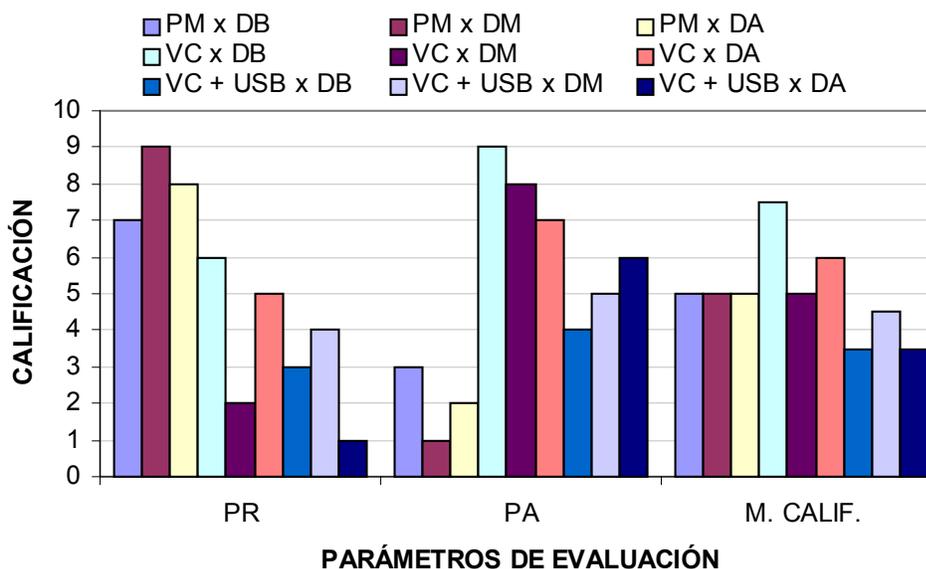
Gráfica No. 11. Calificación de los parámetros radicales y aéreos en la Interacción A x B, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

**Para determinar que componente de la interacción Sustrato-Fuente de ácidos fúlvicos (A x B) produjo plántulas integrales, en cuanto a la parte radicular como a la parte aérea, nos apoyamos del cuadro 23 y mediante las medias de las calificaciones se estimaron los siguientes resultados: dentro de dicha asociación Vermicomposta-Miyaction es igual a Vermicomposta + USB-Miyaction, éstas dos fueron las mejores; seguidas por un segundo grupo, las interacciones Promix-K-Tionic, Promix-Miyaction y Vermicomposta-K-Tionic; y en último lugar la relación Vermicomposta + USB-K-Tionic (gráfica 11).**

#### INTERACCIÓN SUSTRATO-DOSIS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS INTEGRALES

El cuadro 24, señala que en la interacción Sustrato – Dosis (A x C), para los parámetros radicales, la mejor fue Promix con aplicación de ácidos fúlvicos a Dosis Medias (10.09 unidades), seguido por el mismo sustrato pero con adiciones altas (10.05 unidades) de los ácidos fúlvicos, esto quiere decir que este sustrato es el mejor en cuanto a estas variables radicales; mientras que la conjunción que presentó valores más bajos fue la mezcla de Vermicomposta + USB con aplicaciones Altas de ácidos fúlvicos con 7.57 unidades, aquí cabe mencionar que la Vermicomposta interactuó mejor con aplicaciones de Dosis Bajas con 8.46 unidades, por lo que se ubicó en la sexta posición. Para los parámetros aéreos la mejor interacción se presentó entre la Vermicomposta y los ácidos fúlvicos a Dosis Bajas con 43.12 unidades, seguido por el mismo sustrato pero ahora con Dosis Medias y Altas, la relación menor fue el Promix a

Dosis Medias; lo anterior indica que el Promix es un excelente sustrato para la producción de raíces pero proporciona plántulas de menor altura (gráfica 12).



**Gráfica No. 12. Calificación de los parámetros radicales y aéreos en la Interacción A x C, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.**

La relación que proporcionó plántulas con un buen sistema radical y altura fue la que se presentó entre la Vermicomposta con aplicaciones foliares de ácidos fúlvicos a Dosis Bajas, seguido por el mismo sustrato pero con adiciones Altas; mientras que dentro del Promix no importó a que dosis se aplicaron los ácidos fúlvicos, ya que todas sus interacciones fueron iguales y las más bajas se encontraron en la mezcla de Vermicomposta + USB con adiciones Bajas y Altas de ácidos fúlvicos (gráfica 12).

Cuadro No. 24. Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos en la interacción de los factores A x C, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

Factor A x C	PARÁMETROS				Media
	RADICALES		AÉREOS		
	Valor Real	Calificación	Valor Real	Calificación	
PM x DB	9.68	7	39.57	3	5.0
PM x DM	10.09	9	35.97	1	5.0
PM x DA	10.05	8	36.84	2	5.0
VC x DB	8.46	6	43.12	9	7.5
VC x DM	7.63	2	42.85	8	5.0
VC x DA	8.42	5	42.80	7	6.0
VC + USB x DB	8.22	3	40.50	4	3.5
VC + USB x DM	8.33	4	41.31	5	4.5
VC + USB x DA	7.57	1	42.31	6	3.5

Parámetros: Radicales (Peso Fresco y Seco de Raíz, Longitud de Raíz) y Aéreos (Peso Fresco y Seco de Follaje, Altura de Plántula, Número de Hojas, Diámetro de Tallo).

Valor Real = Sumatoria de los promedios de los parámetros radicales o aéreos.

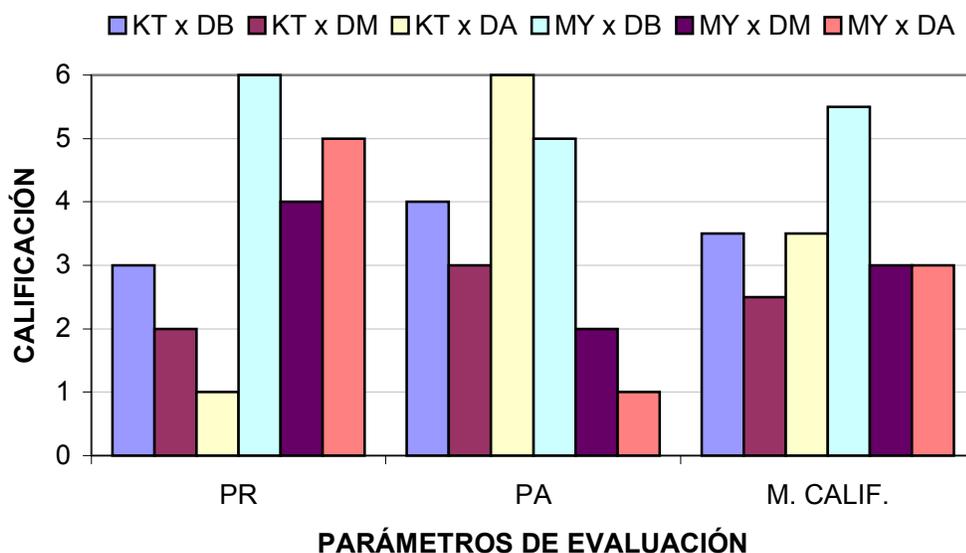
Calificación = Valor Real mínimo (n) y conforme aumenta el Valor Real (n+1, n+2, n+3, etc.).

Media = Valor absoluto del promedio de las dos calificaciones.

A x C = Sustrato x Dosis; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; DB = 5 ml/l agua, DM = 7.5 ml/l agua y DA = 10 ml/l agua.

## INTERACCIÓN FUENTE DE ÁCIDOS FÚLVICOS-DOSIS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS INTEGRALES

El cuadro 25, indica que para las variables radicales la mejor interacción se presentó entre el Miyaction a Dosis Bajas con 8.91 unidades, seguido por la misma fuente pero ahora a Dosis Altas con 8.85 unidades; mientras que el K-Tionic tuvo su mejor interacción a Dosis Bajas con 8.66 unidades. Para los parámetros aéreos la asociación K-Tionic aplicado a Dosis Altas resultó la mejor (42.88 unidades), seguida del Miyaction a Dosis Bajas con 41.27 unidades (gráfica 13).



**Gráfica No. 13. Calificación de los parámetros radicales y aéreos en la Interacción B x C, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.**

Cuadro No. 25. Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos en la interacción de los factores B x C, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

Factor B x C	PARÁMETROS				Media
	RADICALES		AÉREOS		
	Valor Real	Calificación	Valor Real	Calificación	
KT x DB	8.66	3	40.85	4	3.5
KT x DM	8.55	2	40.57	3	2.5
KT x DA	8.51	1	42.88	6	3.5
MY x DB	8.91	6	41.27	5	5.5
MY x DM	8.81	4	39.52	2	3.0
MY x DA	8.85	5	38.42	1	3.0

Parámetros: Radicales (Peso Fresco y Seco de Raíz, Longitud de Raíz) y Aéreos (Peso Fresco y Seco de Follaje, Altura de Plántula, Número de Hojas, Diámetro de Tallo).  
 Valor Real = Sumatoria de los promedios de los parámetros radicales o aéreos.  
 Calificación = Valor Real mínimo (n) y conforme aumenta el Valor Real (n+1, n+2, n+3, etc.).  
 Media = Valor absoluto del promedio de las dos calificaciones.  
 B x C = Fuente de ácidos fúlvicos x Dosis; KT = K-Tionic, MY = Miyaction; Baja = 5 ml/l agua, Media = 7.5 ml/l agua y Alta = 10 ml/l agua.

Según las medias de las calificaciones (cuadro 25), la relación que produjo las mejores plántulas integrales fue Miyaction adicionado a Dosis Bajas, seguida por las relaciones entre el K-Tionic a Dosis Bajas y Altas, siendo iguales estas dos últimas (gráfica 13).

## LOS TRATAMIENTOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS INTEGRALES

Cuadro No. 26. Valores reales con su respectiva calificación de los parámetros radicales y aéreos obtenidos, en cada uno de los tratamientos, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.

	Factor A x B x C	PARÁMETROS				Media
		RADICALES		AÉREOS		
		Valor Real	Calificación	Valor Real	Calificación	
1	PM x KT x DB	9.63	13	40.24	9	11.0
2	PM x KT x DM	10.12	18	37.20	3	10.5
3	PM x KT x DA	10.08	17	40.53	10	13.5
4	PM x MY x DB	9.74	14	38.90	7	10.5
5	PM x MY x DM	10.07	16	34.74	2	9.0
6	PM x MY x DA	10.03	15	33.16	1	8.0
7	VC x KT x DB	8.45	9	40.12	8	8.5
8	VC x KT x DM	7.26	1	46.89	16	8.5
9	VC x KT x DA	7.92	5	47.09	17	11.0
10	VC x MY x DB	8.47	10	46.12	15	12.5
11	VC x MY x DM	8.00	6	38.81	6	6.0
12	VC x MY x DA	8.91	12	38.51	5	8.5
13	VC+USB x KT x DB	7.91	4	42.18	12	8.0
14	VC+USB x KT x DM	8.29	7	37.61	4	5.5
15	VC+USB x KT x DA	7.53	2	41.03	11	6.5
16	VC+USB x MY x DB	8.54	11	38.81	6	8.5
17	VC+USB x MY x DM	8.37	8	45.01	14	11.0
18	VC+USB x MY x DA	7.62	3	43.59	13	8.0

Parámetros: Radicales (Peso Fresco y Seco de Raíz, Longitud de Raíz) y Aéreos (Peso Fresco y Seco de Follaje, Altura de Plántula, Número de Hojas, Diámetro de Tallo).

Valor Real = Sumatoria de los promedios de los parámetros radicales o aéreos.

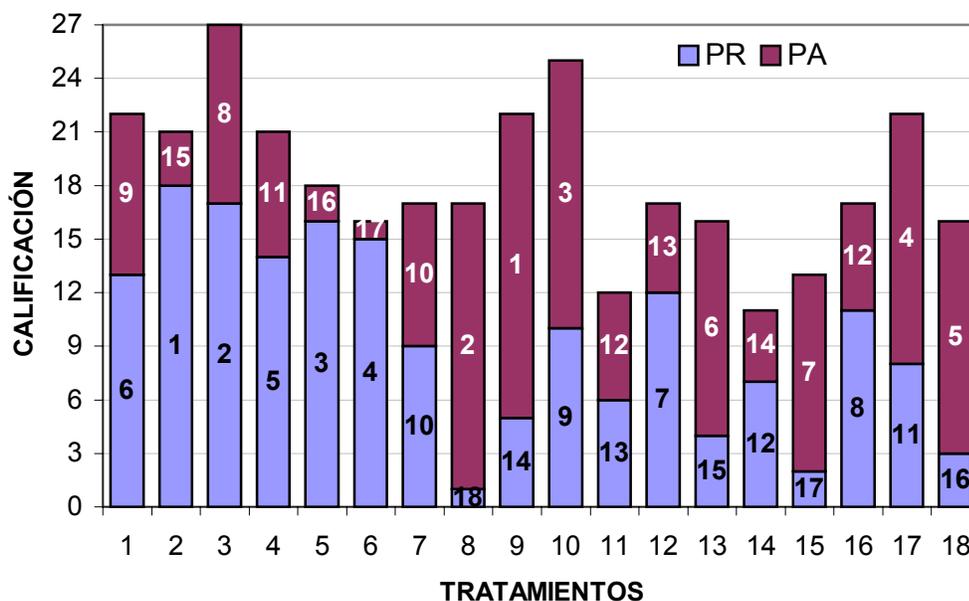
Calificación = Valor Real mínimo (n) y conforme aumenta el Valor Real (n+1, n+2, n+3, etc.).

Media = Valor absoluto del promedio de las dos calificaciones.

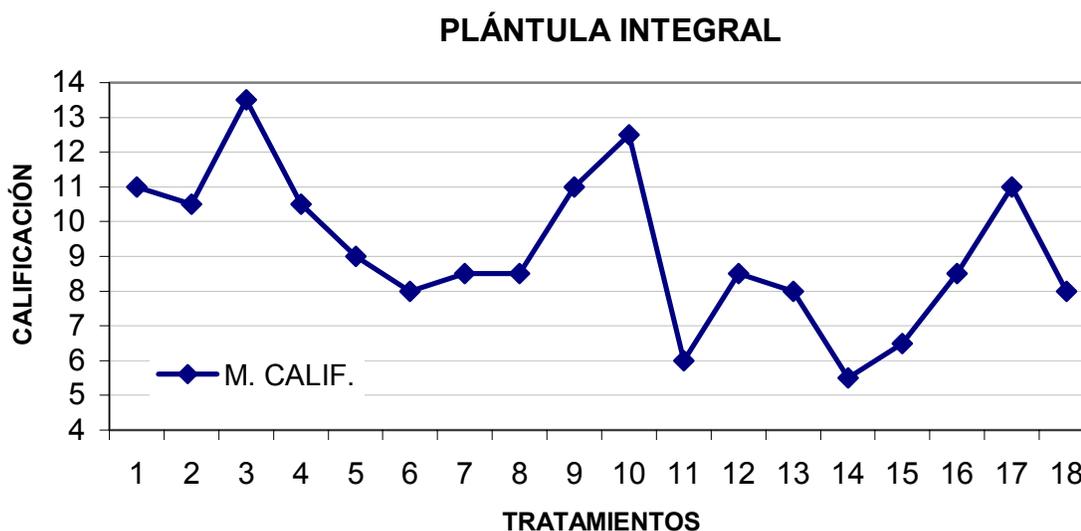
A x B x C = Sustrato x Fuente de ácidos fúlvicos x Dosis; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; KT = K-Tionic, MY = Miyaction; DB = 5 ml/l agua, DM = 7.5 ml/l agua y DA = 10 ml/l agua.

El cuadro que realmente nos interesa ver es el 26, ya que ahí se presenta la interacción entre los tres factores (tratamientos). Este cuadro nos muestra que el mejor tratamiento para los parámetros radicales fue el 2 (PM x KT x DM) con 10.12 unidades, el cual superó al tratamiento testigo (PM x KT x DB) en 0.49 unidades, ya que este último ocupó el sexto lugar; en segundo lugar quedó el tratamiento 3 (PM x KT x DA) con 10.08 unidades, seguido del tratamiento 5 (PM x MY x DM) con 10.07 unidades y el tratamiento más bajo fue el 8 (VC x KT x DM) con 7.26 unidades; se pudo percatar que los mejores tratamientos son los que presentaron Promix como sustrato, ya que como se mencionó antes es muy bueno en la producción de raíces.

Para los parámetros aéreos el mejor tratamiento fue el 9 (VC x KT x DA) con 47.09 unidades, superando al tratamiento testigo (PM x KT x DB) por 6.85 unidades, en segundo lugar se encontró el tratamiento 8 (VC x KT x DM) con 46.89 unidades, el tratamiento 10 (VC x MY x DB) quedó en tercer lugar con 46.12 unidades, después el tratamiento 17 (VC+USB x MY x DM), 18 (VC+USB x MY x DA), mientras que el último lugar fue el 6 (PM x MY x DA); con esto se deduce que la Vermicomposta y el sustrato mezcla, producen plántulas de mayor altura, por el contrario el Promix donde se produjeron plántulas más compactas (gráfica 14).



Gráfica No. 14. Calificación de los parámetros radicales y aéreos de los tratamientos, en la producción de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.



**Gráfica No. 15. Calificación de los parámetros radicales y aéreos de los Tratamientos, de Plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, a los 73 días después de la siembra. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo 2005.**

Para determinar que parámetro influyó más en el resultado definitivo a la hora de seleccionar la plántula integral, se realizaron algunas correlaciones dentro del cuadro 26 y se encontró que sobre los resultados influyen mayormente los parámetros radicales, de tal manera que el orden de los tratamientos es muy confiable debido a que estos parámetros son más importantes que los aéreos en plántulas. El orden en que quedaron los tratamientos para la producción de Plántulas Integrales (gráfica 15), de mayor a menor (izquierda a derecha), es el que se presenta a continuación:

$$3 > 10 > 1 = 9 = 17 > 2 = 4 > 5 > 7 = 8 = 12 = 16 > 6 = 13 = 18 > 15 > 11 > 14$$

#### VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Para la determinación de este parámetro se midió la altura de plántula a los 46, 60 y 73 días después de la siembra(DDS).

#### NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LOS FACTORES EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

El cuadro 27 muestra que existe diferencia altamente significativa (0.01) en los bloques, esto indica que si no se hubiera bloqueado, el error experimental hubiese sido mayor pudiendo haber afectado

la confiabilidad de los resultados, y en el Sustrato (A) durante todo el desarrollo de las plántulas. Para el factor Fuente de ácidos fúlvicos (B), existe diferencia significativa (0.05), altamente significativa y no significativa, a los 46, 60 y 73 días después de la siembra respectivamente. El factor Dosis (C), no presentó ninguna diferencia significativa durante el crecimiento de las plántulas. La interacción Sustrato – Fuente de ácidos fúlvicos (A x B), fue incrementando su diferencia significativa con respecto al desarrollo del cultivo, empezando con una diferencia no significativa y terminó con una altamente significativa. La relación Sustrato – Dosis (A x C) se comportó en forma contraria, ya que empezó con diferencia significativa y terminó siendo igual estadísticamente. La asociación entre la Fuente de ácidos fúlvicos – Dosis (B x C), no fue significativa hasta los 60 DDS, pero a los 73 DDS ya era significativa.

Los tratamientos en forma global (A x B x C), mostraron diferencia altamente significativa a los 60 y 73 DDS, pero a los 46 DDS no había diferencia entre ellos.

El coeficiente de variación disminuyó relativamente, a través del paso de las mediciones, por lo que podemos decir que los resultados son muy confiables.

**Cuadro No. 27. Valores de cuadrados medios y niveles de significancia en plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Abril-Mayo 2005.**

Fuentes de Variación	GL	ALTURA DE PLÁNTULA (DDS)		
		46	60	73
Bloques	3	1.6121**	8.1921**	19.9929**
Factor A (Sustrato)	2	38.8866**	36.2634**	30.7742**
Factor B (Fuente AF)	1	0.9568*	6.1017**	4.4204 NS
Factor C (Dosis)	2	0.5886 NS	2.4393 NS	2.3336 NS
A x B	2	0.1195 NS	3.3336*	7.5611**
A x C	4	0.5985*	2.5697*	3.1021 NS
B x C	2	0.475 NS	1.6194 NS	4.0774*
A x B x C	4	0.2331NS	3.7057**	7.6319**
Error	51	0.2044	0.8764	1.2560
CV (%)		13.02	8.83	6.95

NS = No Significativo \* = Significativo, \*\* = Altamente Significativo.

GL = Grados de Libertad, CV = Coeficiente de Variación, AF = Ácidos Fúlvicos, DDS = días después de la siembra.

## ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A CADA FACTOR EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

En el cuadro 28 se observa que el Promix junto con la Vermicomposta fueron los mejores sustratos a los 46 DDS, esto es lógico debido a que en ellos las plántulas emergieron primero. A los 60 DDS ya existía diferencia entre los sustratos siendo mejor la Vermicomposta (11.8 cm), que superó al Promix por 1.1 cm y a la mezcla de Vermicomposta + USB por 2.5 cm. A los 73 DDS la Vermicomposta siguió con la supremacía, pero ahora el segundo lugar lo ocupó la mezcla del sustrato, mientras que el Promix fue el sustrato que produjo plántulas más pequeñas. Lo anterior indica que la Vermicomposta siempre fue el mejor sustrato durante todo el desarrollo de las plántulas, esto concuerda con lo que publica Infoagro (2004) que dice que la Vermicomposta influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y desarrollo de las plantas, acortando los tiempos de producción y cosecha.

Según el Índice de Respuesta de la Plántula a cada Factor (IRPF), el Promix es el segundo sustrato más estable en cuanto a la velocidad de crecimiento y quien presentó una mayor inestabilidad fue la mezcla de Vermicomposta + USB, debido a que presentó una emergencia más retardada y desuniforme. Para el factor Fuente de ácidos fúlvicos, la mejor durante todo el desarrollo del cultivo fue el K-Tionic, pero fue alcanzado estadísticamente por el Miyaction a los 73 DDS, lo que significa que el primero presentó un efecto mucho más rápido sobre la plántula y que el segundo requirió mayor tiempo para influir sobre la plántula; según el IRPF, el K-Tionic es la fuente más idónea para la velocidad de crecimiento. Para el factor C (Dosis), se encontró que la mejor dosis fue la Baja durante todo el desarrollo de las plántulas, seguida por la Dosis Media que la alcanzó estadísticamente a los 60 DDS y la Dosis Alta alcanzó a estas dos hasta los 73 DDS, lo que significa que entre menor fue la dosis presentó un efecto más veloz en la plántula.

Para determinar que componente de cada factor presentó una mayor eficiencia en cuanto al crecimiento por día, en el periodo comprendido entre los 46 – 73 DDS (27 días), nos apoyamos del cuadro 28 y se halló que la mezcla de Vermicomposta + USB presentó una velocidad de crecimiento de 5.1 mm/día, por lo que es el mejor sustrato en esta variable, lo siguió la Vermicomposta con un crecimiento de 4.9 mm/día y por último el Promix con 4.1 mm diarios. Con respecto a la fuente, se determinó que fueron iguales ya que el K-Tionic presentó un crecimiento diario de 4.7 mm, mientras que el Miyaction provocó un aumento de 4.6 mm diariamente. Con respecto a la Dosis, se tiene que la mayor eficiencia la tuvo la Baja con 4.9 mm/día, mientras que la Media y la Alta presentaron un crecimiento diario de 4.6 mm.

**Cuadro No. 28. Valores agronómicos promedio y comparación de medias, para cada uno de los factores, en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Abril-Mayo 2005.**

Factor	ALTURA DE PLÁNTULA (DDS)			IRPF
	46	60	73	
PM	4.18 a	10.68 b	15.18 c	30.04
VC	4.23 a	11.80 a	17.39 a	33.42

VC + USB	2.00 b	9.34 c	15.84 b	27.18
<b>B: Fuente AF</b>				
KT	<b>3.59 a</b>	<b>10.90 a</b>	<b>16.38 a</b>	<b>30.87</b>
MY	3.36 b	10.32 b	15.89 a	29.57
<b>C: Dosis</b>				
Baja	<b>3.29 a</b>	<b>10.94 a</b>	<b>16.49 a</b>	<b>30.72</b>
Media	3.56 a	10.59 ab	15.90 a	30.05
Alta	3.56 a	10.30 b	16.02 a	29.88

DDS = Días después de la siembra; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic, AF = Ácidos Fúlvicos, KT = K-Tionic, MY = Miyaction, Baja = 5 ml/l agua, Media = 7.5 ml/l agua, Alta = 10 ml/l agua e IRPF = Índice de Respuesta de la Plántula a cada Factor.

### **ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A LA INTERACCIÓN A X B (IRPIAB) EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO**

Mediante el cuadro 29, se encontró la respuesta de la interacción del Sustrato – Fuente de ácidos fúlvicos (A x B) durante el crecimiento del cultivo y es que a los 46 DDS la mejor fue Vermicomposta – K-Tionic, siendo el mejor durante todo el crecimiento del cultivo, seguida por la relación Promix – K-Tionic. A los 60 DDS el segundo lugar lo obtuvo la Vermicomposta con adiciones de Miyaction con una altura de 11.3 cm. A los 73 DDS se tuvo que la mejor interacción se presentó entre Vermicomposta – K-Tionic (18 cm), seguida por Vermicomposta + Miyaction (16.8 cm) y en tercer lugar la mezcla de Vermicomposta + USB adicionada con Miyaction (16.2 cm).

En este mismo cuadro se encuentra el Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción de los factores A x B (IRPIAB) con el cual se determinó que relación se comportó más estable durante el crecimiento de las plántulas, la cual fue la Vermicomposta – K-Tionic, seguida por el mismo sustrato pero cuando interactuó con Miyaction y la asociación más inestable fue la mezcla de Vermicomposta + USB con aplicaciones foliares de K-Tionic.

A través del cuadro 29 se calculó que interacción obtuvo el crecimiento diario mayor, obteniendo que la mezcla de Vermicomposta + USB – Miyaction

fue el mejor que creció 5.3 mm/día, seguida de la misma mezcla pero ahora con el K-Tionic y la Vermicomposta con esta misma fuente que crecieron 5.0 mm diariamente y el de menor crecimiento fue el Promix que interactuó con el Miyaction que solo aumentó 3.9 mm al día.

**Cuadro No. 29. Valores agronómicos promedio en la interacción de los factores A x B, en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Abril-Mayo 2005.**

Factor A x B	ALTURA DE PLÁNTULA (DDS)			IRPIAB
	46	60	73	
PM x KT	<b>4.35</b>	<b>11.16</b>	<b>15.71</b>	<b>31.22</b>
PM x MY	4.01	10.20	14.66	28.87
VC x KT	<b>4.37</b>	<b>12.33</b>	<b>18.00</b>	<b>34.70</b>
VC x MY	<b>4.09</b>	<b>11.27</b>	<b>16.77</b>	<b>32.13</b>
VC + USB x KT	2.04	9.20	15.44	26.68
VC + USB x MY	<b>1.97</b>	<b>9.48</b>	<b>16.24</b>	<b>27.68</b>

DDS = Días después de la siembra, A x B = Sustrato x Fuente de ácidos fúlvicos; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic, KT = K-Tionic, MY = Miyaction e IRPIAB = Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x B.

### **ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A LA INTERACCIÓN A X C (IRPIAC) EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO**

**Cuadro No. 30. Valores agronómicos promedio en la interacción de los factores A x C, en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, durante el desarrollo del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Abril-Mayo 2005.**

Factor A x C	ALTURA DE PLÁNTULA (DDS)			IRPIAC
	46	60	73	
PM x DB	4.29	11.65	16.35	32.28
PM x DM	4.13	10.00	14.48	28.61
PM x DA	4.13	10.40	14.73	29.25
VC x DB	<b>4.09</b>	<b>11.87</b>	<b>17.23</b>	<b>33.19</b>
VC x DM	<b>4.36</b>	<b>12.03</b>	<b>17.51</b>	<b>33.89</b>
VC x DA	<b>4.24</b>	<b>11.50</b>	<b>17.43</b>	<b>33.17</b>
VC + USB x DB	1.50	9.29	15.89	26.68
VC + USB x DM	2.19	9.74	15.72	27.65
VC + USB x DA	2.32	9.00	15.91	27.23

DDS = Días después de la siembra, A x C = Sustrato x Dosis; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic, DB = 5 ml/l agua, DM = 7.5 ml/l agua, DA = 10 ml/l agua e IRPIAC = Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción A x C.

Por medio del cuadro 30, se determinó que a los 46 DDS y durante todo el ciclo la mejor interacción para el crecimiento de la plántula fue Vermicomposta – Dosis Media (4.4 cm), seguida por el mismo sustrato pero ahora añadiendo Dosis Altas (4.2 cm). A los 60 DDS se obtuvo que el segundo lugar lo tuvo la Vermicomposta – Dosis Baja (11.9 cm) y a los 73 DDS la mejor asociación se dio entre la Vermicomposta y la Dosis Media con 17.5 cm, superando a la de menor altura, que fue Promix con la Dosis Media, por 3.0 cm. Con ayuda del IRPIAC, se determinó que la Vermicomposta – Dosis Media fue la interacción más estable en el crecimiento de las plántulas, seguida por el mismo sustrato con adiciones Bajas de ácidos fúlvicos y que la de mayor inestabilidad fue la Vermicomposta + USB con aplicaciones foliares a Dosis Bajas.

La mejor interacción para velocidad de crecimiento fue la Vermicomposta + USB con aplicaciones de Dosis Bajas con 5.3 mm/día, seguida por la misma mezcla pero ahora con Dosis Medias y Altas que crecieron 5.0 mm diariamente; la peor combinación fue Promix con la Dosis Media que creció 3.8 mm por día. Estos resultados se calcularon con el apoyo del cuadro 30.

## ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A LA INTERACCIÓN B X C (IRPIBC) EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

**Cuadro No. 31. Valores agronómicos promedio en la interacción de los factores B x C, en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Abril-Mayo 2005.**

Factor B x C	ALTURA DE PLÁNTULA (DDS)			IRPIBC
	46	60	73	
KT x DB	<b>3.32</b>	<b>11.19</b>	<b>16.52</b>	<b>31.02</b>
KT x DM	3.84	10.64	15.89	30.37
KT x DA	<b>3.60</b>	<b>10.87</b>	<b>16.74</b>	<b>31.21</b>
MY x DB	<b>3.26</b>	<b>10.68</b>	<b>16.46</b>	<b>30.41</b>
MY x DM	3.28	10.53	15.91	29.72
MY x DA	3.52	9.73	15.30	28.55

DDS = Días después de la siembra, B x C = Fuente de ácidos fúlvicos x Dosis; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic, DB = 5 ml/l agua, DM = 7.5 ml/l agua, DA = 10 ml/l agua e IRPIBC = Índice de Respuesta de la Plántula a la Interacción B x C.

En el cuadro 31 se muestra la asociación entre la Fuente de ácidos fúlvicos – Dosis (B x C), y detalla lo siguiente: a los 46 DDS la mejor fue K-Tionic a Dosis Media (3.8 cm), pero con el paso del tiempo fue reduciendo su crecimiento, sucedió lo contrario con la misma fuente pero ahora a Dosis Altas ya que conforme transcurrieron los días de ser segundo lugar (46 y 60 DDS) pasó al primero con 16.7 cm (73 DDS). El segundo lugar lo obtuvo el K-Tionic con aplicaciones a Dosis Bajas (16.5 cm), esto a los 73 DDS. Según el IRPIBC, la relación que se comportó más estable durante el experimento fue K-Tionic a Dosis Altas, seguido por la misma fuente pero ahora a Dosis Bajas, la mejor interacción que presentó el Miyaction fue cuando se añadió a Dosis Bajas el cual quedó en tercer lugar; esto indicó que las mejores asociaciones las produjo el K-Tionic.

Mediante el cuadro 31, también se pudo estimar que interacción obtuvo una mayor velocidad de crecimiento, el K-Tionic aplicado a Dosis Baja y Alta, al igual que el Miyaction a Dosis Baja produjeron un crecimiento de 4.9 mm/día, seguidas por el Miyaction a Dosis Media con 4.7 mm diariamente y el más lento en crecimiento fue el mismo Miyaction pero aplicado a Dosis Altas que influyó en un aumento de 4.4 mm por día.

### ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A LOS TRATAMIENTOS (IRPT) EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

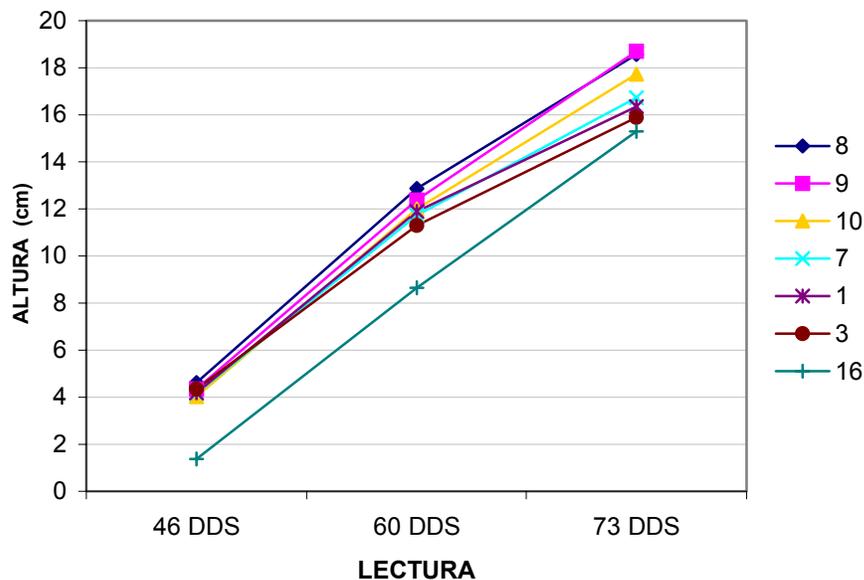
En el cuadro 32 se presentan los tratamientos con su respectivo hábito de crecimiento, se obtuvo que a los 46 DDS los mejores tratamientos en forma general fueron los de la Vermicomposta y Promix, esto se debe a que presentaron una emergencia más rápida en comparación con la mezcla de Vermicomposta + USB. A los 60 DDS el mejor tratamiento fue el 8 (VC x KT x DM) con 12.9 cm, seguido por el 9 (VC x KT x DA) con 12.4 cm y en tercer lugar el tratamiento 10 (VC x MY x DB) con 12.0 cm, entre estos tratamientos existe muy poca diferencia lo que indica que estadísticamente son iguales según Duncan al 0.05, el de menor crecimiento fue el tratamiento 16 (VC+USB x MY x DB) con 8.6 cm. A los 73 DDS, se observó que los mejores fueron los tratamientos 9, 8, 10 y 17 (VC+USB x MY x DM) los cuales fueron iguales estadísticamente; el de menor altura fue el tratamiento 6 (PM x MY x DA) que fue superado por 5.2 cm por el tratamiento 9 (el mejor).

**Cuadro No. 32. Comparación de medias (Duncan, 0.05) de los tratamientos en la velocidad de crecimiento de plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Abril-Mayo 2005.**

	Factor A x B x C	ALTURA DE PLÁNTULA (DDS)			IRPT
		46	60	73	
1	PM x KT x DB	<b>4.18 ab</b>	<b>11.89 abc</b>	<b>16.35 bcd</b>	<b>32.42</b>
2	PM x KT x DM	4.52 a	10.29 defghi	14.88 defg	29.69
3	PM x KT x DA	4.35 ab	11.31 bcde	15.90 bcde	31.56
4	PM x MY x DB	4.39 ab	11.40 abcde	16.35 bcd	32.14
5	PM x MY x DM	3.75 b	9.71 fghij	14.07 fg	27.53
6	PM x MY x DA	3.90 ab	9.49 ghij	13.55 g	26.94
7	VC x KT x DB	4.16 ab	11.73 abcd	16.72 bcd	32.61
8	VC x KT x DM	<b>4.61 a</b>	<b>12.86 a</b>	<b>18.58 a</b>	<b>36.05</b>
9	VC x KT x DA	<b>4.35 ab</b>	<b>12.39 ab</b>	<b>18.71 a</b>	<b>35.45</b>
10	VC x MY x DB	<b>4.02 ab</b>	<b>12.01 abc</b>	<b>17.74 ab</b>	<b>33.77</b>
11	VC x MY x DM	4.11 ab	11.19 bcdef	16.43 bcd	31.73
12	VC x MY x DA	4.13 ab	10.60 cdefgh	16.15 bcd	30.88
13	VC+USB x KT x DB	1.61 de	9.94 efghij	16.48 bcd	28.03
14	VC+USB x KT x DM	2.39 c	8.77 ij	14.22 efg	25.38
15	VC+USB x KT x DA	2.11 cd	8.90 ij	15.62 cdef	26.63
16	VC+USB x MY x DB	1.38 e	8.64 j	15.30 defg	25.32
17	VC+USB x MY x DM	<b>1.99 cd</b>	<b>10.70 cdefg</b>	<b>17.22 abc</b>	<b>29.91</b>
18	VC+USB x MY x DA	2.53 c	9.10 hij	16.19 bcd	27.82

DDS = Días después de la siembra, A x B x C = Sustrato x Fuente de ácidos fúlvicos x Dosis; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; KT = K-Tionic, MY = Miyaction; DB = 5 ml/l agua, DM = 7.5 ml/l agua, DA = 10 ml/l agua e IRPT = Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos.

Según el Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos (IRPT), el tratamiento más estable durante el ciclo del cultivo fue el tratamiento 16, seguido por el tratamiento 8, después por el 9, a continuación el tratamiento 10 y el que presentó mayor inestabilidad fue el tratamiento 3 (gráfica 16).



**Gráfica No. 16. Mejores tratamientos con respecto a la velocidad de crecimiento de las plántulas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, durante el desarrollo del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Abril-Mayo 2005.**

Con el apoyo del mismo cuadro 32, se identificó que el tratamiento con mayor velocidad de crecimiento fue el 17 (VC+USB x MY x DM) aumentando 5.6 mm/día, seguido del tratamiento 13 (VC+USB x KT x DB) que aumentó diariamente 5.5 mm, en tercer lugar quedó el 9 (VC x KT x DA) que provocó un crecimiento de 5.3 mm/día; mientras que el más lento en crecimiento fue el tratamiento 6 (PM x MY x DA) con 3.6 mm por día, el cual fue superado por el mejor tratamiento por 1.4 mm/día. El Tratamiento testigo (PM x KT x DB) con 4.5 mm/día fue superado por los tratamientos 17, 13, 9, 8, 16, 18, 15 y el tratamiento 7. El tratamiento 17 (mejor) superó al tratamiento testigo por 0.3 mm diariamente.

**ÍNDICE DE RESPUESTA DE LA PLÁNTULA A LOS TRATAMIENTOS (IRPT) EN EL  
NÚMERO DE HOJAS EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO**

**Cuadro No. 33. Comparación de medias (Duncan al 0.05) en los Tratamientos, en el número de hojas de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), var. Green Globe durante el desarrollo del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Abril-Mayo 2005.**

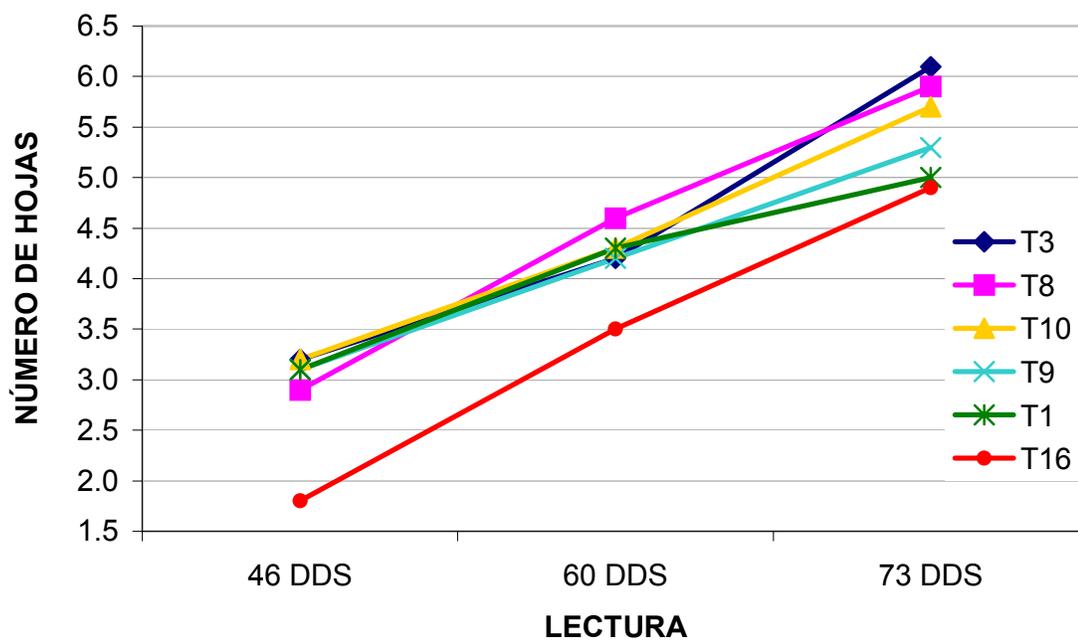
	Factor A x B x C	NÚMERO DE HOJAS (DDS)			IRPT
		46	60	73	
1	PM x KT x DB	3.10 ab	4.30 abcd	5.00 efgh	12.40
2	PM x KT x DM	3.40 a	4.40 abc	5.20 defg	13.00
3	PM x KT x DA	<b>3.20 ab</b>	<b>4.20 abcd</b>	<b>6.10 a</b>	<b>13.50</b>
4	PM x MY x DB	3.10 ab	4.10 abcd	5.10 defg	12.30
5	PM x MY x DM	3.40 a	4.00 bcd	4.80 gh	12.20
6	PM x MY x DA	3.10 ab	4.30 abcd	4.50 h	11.90
7	VC x KT x DB	3.20 ab	4.50 ab	5.40 abcdefg	13.10
8	VC x KT x DM	<b>2.90 bcd</b>	<b>4.60 a</b>	<b>5.90 abc</b>	<b>13.40</b>
9	VC x KT x DA	3.10 ab	4.20 abcd	5.30 defg	12.60
10	VC x MY x DB	<b>3.20 ab</b>	<b>4.30 abcd</b>	<b>5.70 abcd</b>	<b>13.20</b>
11	VC x MY x DM	3.20 ab	4.10 abcd	5.30 defg	12.60
12	VC x MY x DA	3.00 bc	4.10 abcd	4.90 fgh	12.00
13	VC+USB x KT x DB	<b>2.70 cde</b>	<b>4.10 abcd</b>	<b>6.10 a</b>	<b>12.90</b>
14	VC+USB x KT x DM	2.40 e	3.80 de	6.00 ab	12.20
15	VC+USB x KT x DA	2.50 e	4.10 abcd	5.50 abcdef	12.10
16	VC+USB x MY x DB	1.80 f	3.50 e	4.90 fgh	10.20
17	VC+USB x MY x DM	2.50 e	4.00 bcd	5.20 defg	11.70
18	VC+USB x MY x DA	2.60 de	3.90 cde	5.60 abcde	12.10

DDS = Días después de la siembra, A x B x C = Sustrato x Fuente de ácidos fúlvicos x Dosis; PM = Promix, VC = Vermicomposta, VC + USB = 50% Vermicomposta + 50% MiyaOrganic; KT = K-Tionic, MY = Miyaction; DB = 5 ml/l agua, DM = 7.5 ml/l agua, DA = 10 ml/l agua e IRPT = Índice de Respuesta de la Plántula a los Tratamientos.

El cuadro 33 muestra como se desarrollaron los tratamientos, con respecto al número de hojas de las plántulas, durante el desarrollo de las mismas. A los 46 DDS no existe mucha diferencia entre tratamientos, fueron

estadísticamente iguales los tratamientos que están integrados por Promix y Vermicomposta, los cuales superaron a todos los que tienen Vermicomposta+USB de fondo. A los 60 DDS no existe mucha diferencia significativa entre los tratamientos. A los 73 DDS, los mejores tratamientos fueron el 3 (PM x KT x DA) y el 13 (VC+USB x KT x DB) con 6.1 hojas, seguidos por el tratamiento 8 (VC x KT x DM) con 5.9 hojas, después el 10 (VC x MY x DB) con 5.7 hojas.

Según el IRPT los mejores tratamientos y además los más estables durante todo el ciclo del cultivo con respecto al número de hojas son el tratamiento 3, seguido del 8, después el 10 y el de menor cantidad de hojas fue el tratamiento 16 (VC+USB x MY x DB). El desarrollo de estos tratamientos a través de los días, los podemos observar claramente en la gráfica 17.



**Gráfica No. 17. Mejores tratamientos en número de hojas por plántula de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Green Globe, durante el desarrollo del cultivo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Abril-Mayo 2005.**

## CONCLUSIONES

Considerando los objetivos e hipótesis formulados y relacionándolos con los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede concluir que:

- ⊕ Los mejores sustratos para el porcentaje de emergencia fueron Promix y la Vermicomposta. Para las variables peso fresco de raíz, peso seco de raíz, longitud de raíz, altura de plántula, peso fresco de follaje, peso seco de follaje, número de hojas y diámetro de tallo, el mejor sustrato fue la vermicomposta. Por lo anterior se acepta la Ha 1, que establece que “existe una marcada diferencia entre los tres sustratos orgánicos en la promoción del crecimiento y calidad de plántulas de Alcachofa var. Green Globe”.
- ⊕ La Vermicomposta fue el mejor sustrato orgánico, con respecto al peso fresco de raíz, peso seco de raíz, longitud de raíz, altura de plántula, peso fresco de follaje, peso seco de follaje, número de hojas y diámetro de tallo, por lo que se acepta la Ha 2 que dice “los sustratos orgánicos puros se consideran mejores que sus combinaciones en la producción de plántulas de Alcachofa var. Green Globe”.
- ⊕ El K-Tionic fue la fuente de ácidos fúlvicos que presentó un mayor efecto positivo en el peso fresco de raíz, peso seco de raíz, longitud de raíz, altura de plántula, peso fresco de follaje, peso seco de follaje, número de hojas y diámetro de tallo. Debido a esto se rechaza la Ha 3 que menciona que “los ácidos fúlvicos procedentes de compostas presentan un mayor efecto positivo que los extraídos de otras fuentes orgánicas, en la promoción del crecimiento y calidad de plántulas de Alcachofa var. Green Globe”.
- ⊕ La dosis en la que se aplicaron los ácidos fúlvicos no mostró diferencia significativa en ninguna de las variables en estudio, por lo que se rechaza la Ha 4 que establece que “los ácidos fúlvicos a

concentraciones bajas muestran mejores resultados que cuando se adicionan a altas concentraciones”.

- ⊕ Los tratamientos nueve (Vermicomposta + 2.0 litros de K-Tionic por cada 200 litros de agua), diez (Vermicomposta + Un litro de Miyaction diluidos en 200 litros de agua) y ocho (Vermicomposta + 1.5 litros de K-Tionic/200 litros de agua), fueron los mejores para los parámetros peso fresco de raíz, peso seco de raíz, longitud de raíz, altura de plántula, peso fresco de follaje, peso seco de follaje, número de hojas y diámetro de tallo. En base a lo anterior, se acepta la Ha 5, que dice que “al menos un tratamiento superará al testigo en la producción de plántulas de Alcachofa var. Green Globe”.

- ⊕ Los efectos de los ácidos fúlvicos sobre el desarrollo vegetal, muestran resultados positivos sobre la biomasa de la plántula.
- ⊕ Los ácidos fúlvicos presentan una mayor influencia sobre la parte aérea que sobre las raíces de la plántula.

## RECOMENDACIONES

- ⇒ Analizar en forma exhaustiva todo tipo de sustrato que se pretenda utilizar en la producción de plántula, para evitar el máximo de errores al establecer los tratamientos.
  
- ⇒ Realizar al sustrato un análisis principalmente de conductividad eléctrica, debido a que la conductividad eléctrica está muy asociada con la salinidad y esta última influye en la germinación de las semillas; densidad aparente porque es una propiedad física que se relaciona con la porosidad y retención de humedad del sustrato; capacidad de intercambio catiónico porque es una medida que sirve para determinar la cantidad de cationes que puede absorber el sustrato y que están disponibles para las plantas; y el pH, ya que también está muy asociado con la disponibilidad de los nutrimentos para las plántulas.
  
- ⇒ Realizar estudios de mezcla de sustratos con Vermicomposta, pero a menor relación del 50%, con el propósito de bajar la salinidad o conductividad eléctrica para obtener una buena germinación de las semillas.

- ⇒ Utilizar el sustrato MiyaOrganic para la producción de plántula pero a combinaciones del 33% como máximo, para así bajar su salinidad y evitar que se forme la costra superficial, ya que la primera impide la germinación de la semilla y la segunda la emergencia de la plántula.
  
- ⇒ Realizar la prueba de germinación en el laboratorio a la semilla de Alcachofa antes de sembrarla, esto con el fin de determinar si requiere un tratamiento especial, para tener una emergencia mayor.
  
- ⇒ Evitar a toda costa las temperaturas extremas durante la germinación, emergencia y desarrollo de las plántulas de Alcachofa, debido a que dichas temperaturas influyen negativamente en el desarrollo de las plántulas y favorecen la presencia de enfermedades fúngicas.
  
- ⇒ Aplicar los ácidos fúlvicos a dosis más bajas que las de la presente investigación, porque como ya se sabe, la planta los aprovecha mejor a bajas concentraciones por lo que hay que determinar que tan baja debe ser esa dosis.
  
- ⇒ Tomar los mejores tratamientos de esta investigación como base para trabajos futuros en la producción de plántula de Alcachofa.

- ⇒ En los trabajos posteriores es importante realizar un análisis económico de los tratamientos al producir plántula, para así determinar que tratamiento es agronómica y económicamente viable.
  
- ⇒ Se debe utilizar en otras investigaciones la propuesta del Método Agronómico-Estadístico para la Selección de Plántulas Integrales, con el fin de corroborar si es una buena opción o mejorarlo para la evaluación correcta de plántulas.
  
- ⇒ Es conveniente continuar con esta línea de investigación para corroborar y/o mejorar los resultados que se obtuvieron en este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Abad, B. M. 1993. Sustratos. Características y Propiedades. Curso Superior de Especialización sobre: Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España, pp. 47-61.

Abad, B. M. 1993. Sustratos. Inventario y Características. Curso Superior de Especialización sobre: Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España, pp. 65-79.

Adani, F., P. Genevini, P. Zaccheo and G. Zocchi. 1998. The Effect of Comercial Humic Acid on Tomato Plant Growth and Mineral Nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21 (3): 561-575.

Agrios, G. N. 2005. Fitopatología. 2ª edición, Editorial Limusa, México, pp. 4

Alsina, G. L. 1972. Horticultura Especial. 2ª edición, Editorial Sintet, tomo I, España, pp. 60, 76, 77.

Ansorena, M. J. 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-Prensa, España.

**Aza, A. E. 2001. Efecto de Ácidos Fúlvicos de dos orígenes en el Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 42 pp.**

Baixauli C., García Morató M., Maroto J. V., Miguel A., Pomares F. 2001. Cultivo de la alcachofa procedente de semilla. Generalitat Valenciana. Cons. d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Valencia.

Barbado, J. L. 2003. Cría de Lombrices. 1ª edición, Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina, pp. 53-57.

Blackman, R., V. F. Eastop. 1984. Aphids on the world's crops. An identification guide. Wiley, E. U. A., pp. 466.

Boswell, V.R. 1949. Our vegetables travelers. En: Nat. Geog. 96:145-217.

**Bringas, G. L. 2004. Productores de Hortalizas: Producción Intensiva de Alcachofa. Meister Media Worldwide, año 13, No. 9, Septiembre, E.U.A., pp. 48, 50.**

**Bunt, A. C. 1976. Modern potting composts. London: G. Allen &Unwin.**

Cadahia, V. H. 1998. Fertirrigación. Ediciones Mundi – Prensa. España.

**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, N. L., México.**

**Camps, L. P. 1968. Enfermedades de las hortalizas. 1ª edición, ediciones Oikos-tau, Barcelona, España, pp. 303, 305, 306.**

**Canovas, M. F. 1993. Principios Básicos de la Hidroponía. Aspectos comunes y diferenciales de los cultivos con y sin suelo. Curso Superior de**

Especialización sobre: Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España. pp. 29-42.

Capistrán, F. E. A. y J. C. Romero. 2001. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. 1ª edición, 1ª reimpresión. Instituto de Ecología, A. C. Jalapa, Ver., México, pp. 98-107.

CDL. 2000. Vermicomposta y ácidos húmicos. Comercializadora Don Luis, Texcoco, Edo. de México.

Disponible en: <http://www.comerciadonluis.com/nuestros> productos. htm

Chaires, V. E. M. 2004. Producción de Cilantro Coriandrum sativum L. con Fertilización Foliar de Aminoácidos y Fósforo. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 13, 14.

Chen, Y. And T. Aviad. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: Humic substances in soil and Crop Sciences: "selected readings". Eds. C. E. Mac Carthy, R. L. Clapp, P. Malcolm and P. R. Bloom, Wisconsin, USA, pp. 161-186.

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.

Crute I. R. & Dixon G. R. 1981. Downy mildew diseases caused by the genus *Bremia*. In The Downy Mildews (Ed. D. M. Spencer), Academic Press, London, pp. 421-460.

Cruz, F. M. 2001. Uso y manejo de la lombricultura. Monografía, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 102.

David, P. P., P. V. Nelson and D. A. Sanders. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition* 17(1): 173-184.

DEAQ. 2004. *Diccionario de Especialidades Agroquímicas*. 14ª edición, Thomson PLM, CD Interactivo, México, DF.

Delfune, G. y A. M. Scofield. 1999. Efectos de los Ácidos Húmicos y de tres preparados biodinámicos en el crecimiento de las plántulas de trigo. In: I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Toledo, España. Disponible en: [www.agroecologia.net/congreso/toledo/25pdf](http://www.agroecologia.net/congreso/toledo/25pdf)

Drozd. 1978. Studia nad wlasnosciami chemicznymi i fizykochemicznymi zwiaskow prochnicznych nicktorych jednostek taksonomicznych gleb. Zeszyty naukowe AR we wroclawiu nr. 13, wroclaw.

Duchaufour, Ph. 1987. *Manual de Edafología*. Ed. Masson, S. A., pp. 31-46.

Durán, Q. A., Denis M. A., Lenín R. O. 2003. *Compendio de Información para la Producción Vegetal: El Libro Verde*. 2ª. Edición, Limusa, Universidad de Costa Rica, México, pp. 15, 34, 44.

**Fersini, A. 1976. Horticultura Práctica. 2ª edición, Editorial Diana, México, pp. 523.**

**Flaig, W. 1966. The Chemistry of Humic Substances W: The Use of isotopes in Soil Organic Matter Studies, Report of FAO/AEA Technical Meeting. Pergamon, New York, pp. 103-127.**

**García, M. Á. B. 1996. Algunos Sustratos Orgánicos; sus Mezclas, Caracterización y Procedimientos. Tesis de Licenciatura, UAAAN,**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 14, 19, 20-22, 27, 31, 34, 35, 37-42, 48-50, 56.

García, P. J. M. 1999. Propiedades y Características de los Sustratos. Perlita, pp. 29-45.

GBM. 1997. Grupo Bioquímico Mexicano.

Gutiérrez, J. J. J. 2001. Efecto de Ácidos Fúlvicos de dos orígenes, en la dinámica de crecimiento de plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 80 pp.

Harter, R. D. and R. Naidu. 1995. Role of Metal-Organic Complexation in Metal Sorption by Soils, in Advances in Agromomy. (Ed.) D. L. Sparks, vol. 55: 219-263.

Hartmann, Hudson T., Dale E. Kester. 1999. Propagación de plantas: Principios y prácticas. 7ª reimpresión, C.E.C.S.A., México, pp. 44.

Hernández, P. J. S. 2000. Las Sustancias Húmicas en el Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Monografía de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 1, 16, 17, 31.

Hessayon, D.G. 1999. Manual de Horticultura. 2ª edición, editorial Blume, Barcelona, España, pp. 8.

Hipócrates. 2000. The Miracle of Fulvic Acid. Silver Spring's Research. Internet Issue vol. 1, issue 209.

[Holding, B. 2002. Ácidos Húmicos: Un componente esencial para el crecimiento de la planta.](#)

[Disponible en: www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf](http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf)

Labrador, M. J. 1996. La Materia Orgánica en los Agrosistemas. 1ª edición, ediciones Mundi-Prensa, España, pp. 105, 106, 113, 114.

Lincoln, C. Peirce. 1987. Vegetables: characteristics, production and marketing. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A. pp. 191.

Linehan, D. 1976. Soil Biology and Biochemistry. 8: 511-517.

López, G. S. 2002. Comportamiento del Tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en Cuatro Mezclas de Sustrato. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 13-20, 37-39.

Lucas, R. E., P. E. Riecke, and R. S. Farnham. 1971. Peats for soil improvement and soil mixes. Mich. Coop. Ext. Ser. Bul. No. E-516.

Lucena, J. J., García, P., Manzanares, M. and Garate, A. 1991. Acumulative Effects of Chelates Addition to Culture Substrates Used in Comercial Greenhouses. Acta-Hortic. Wageningen: International Society for Horticultural Science. (287) 197-205.

Manual Agropecuario. 2004. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. 1ª edición, Ediciones Ibalpe Internacional, Colombia, pp. 674, 675.

Maroto J. V. 2000. Horticultura Herbácea Especial. 4ª edición, 2ª reimpresión, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

Martínez, C. C. 1999. Potencial de Lombricultura: Elementos Básicos para su Desarrollo. 1ª edición, Lombricultura Técnica Mexicana, México, D.F., pp. 140.

Mejía, F. L. A., Gildardo E. P. C. 2005. Corpoica. Disponible en: [http://www.turipana.org.co/abono\\_cacao.htm](http://www.turipana.org.co/abono_cacao.htm)

Mendoza, G. F. 2004. Estudio preliminar del uso de la vermicomposta en la producción de plántula de pimiento morrón (Capsicum annuum L.) var California Wonder, bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 14, 15, 17-19.

Messiaen C. M., Blancard D., Rouxel F., Lafon R. 1995. Enfermedades de las hortalizas. 3ª edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, pp. 47.

Miller, N. 1981. Bogs, bales, and BTU's: A primer on peat. Horticulture 49(4): 38-45.

Minero, A. A. 2005. Productores de Hortalizas: Selección de sustratos. Meister Media Worldwide, año 14, No. 5, Mayo, E.U.A., pp. 14, 16.

Montes, A. 1980. Horticultura: Manual Práctico Ilustrado. 2ª edición, editores Mexicanos, México, pp. 90.

Morgan W. 1984. Integration of environmental and fungicidal control of *Bremia lactucae* in a glasshouse lettuce crop. Crop Protection 3, 349-361.

Mortensen E., E. Bullard. 1986. Horticultura Tropical y Subtropical. 2ª reimpresión, Editorial Pax-México, México, pp. 72.

Narro, F. E. A. 1996. Sustancias húmicas en la agricultura (resumen). VII Semana de Investigación Científica, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, México.

Narro, F. E. A. 1997. Nutrición y sustancias húmicas en el cultivo de papa. In: Foro de Investigación. Investigaciones en el cultivo de papa. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Orlov, D. S. 1995. Humic Substances of the Soil and General Theory of Humification. A. A. Balkema, Publishers, Old Post, Road, Brookfield, VT, USA.

Ortiz, B. J. A. 2002. Evaluación de la Producción de Plántulas de Pimiento Morrón (Capsicum annuum var. California Wonder 300) en Diferentes Sustratos Orgánicos Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 1, 2, 16-19, 20, 21, 29-31.

Patek, J. M. 1965. Peat Moss. Amer. Hort. Mag. 44: 132-141.

Pérez, V. O. 2003. Evaluación de sólido de vermicomposta como sustrato para la producción de plántula. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 11, 12, 23, 24.

Piccolo, A. and Mgwabe, J. S. C. 1995. Effects of different organic waste amendements on soil microaggregates stability and molecular size of humic substances. Plant and Soil, 123: 27-37.

Planes, S. y José, M. C. 1995. Plagas del Campo. 12ª edición, Ediciones Mundi-Prensa, España, pp. 482-486, 488.

Posadas, S. F. 1999. Propiedades y Características de los Sustratos. Turba y Fibra de coco. pp. 65-92.

Premier Horticulture. 2004. Productores de Hortalizas: Sustratos para siembras de alto rendimiento. Meister Media Worldwide, año 13, No. 10, Octubre, E.U.A., pp. 3.

Ramírez, G. M. M. 2003. Efecto de Ácidos Fúlvicos de Origen Orgánico en el Crecimiento de Plántulas de Tomate en Invernadero. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 10, 12-15.

Rana G. L., Russo M., Gallitelli D. & Martelli G. P. (1982) Artichoke latent virus: characterization, ultrastructure and geographical distribution. *Annals of Applied Biology* 101, 279-289.

Rauthan, B. S. and Schnitzer M. 1981. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant and Soil*, 63: 491-495.

Resh, A. M. 1987. Cultivos Hidropónicos. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Robles, R. F. 2001. La Alcachofa. PROMPEX.

Disponible en: [http://www.portalagrario.gob.pe/foro\\_agro/agroexpo13.pdf](http://www.portalagrario.gob.pe/foro_agro/agroexpo13.pdf)

Rojas, A. M. 2002. Efecto de Ácidos Fúlvicos de Origen diverso en el Crecimiento de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en Invernadero. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 5, 10, 12.

Romo, C. D. 2002. El Uso de Sustratos Hortícolas y Bagazo de Algas en la Producción de Plántulas de Pepino (Cucumis sativus L.) y Tomate (Lycopersicon esculentum Mill). Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 57, 58.

Ryder, E. J., N. E. DeVos, and M. A. Bari. 1983.. The globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). HortScience 18: 643-653.

Schnitzer, M. 1991. Soil Organic Matter –The Next 75 Years. Soil Science. Vol. 151, No. 1, pp. 41-58.

Schnitzer, M. 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed.). Advances in Agronomy, Academic Press. Vol. 98: 3-58.

Schnitzer, M. and Shulten, H-R. 1994. Mineral effects on the pyrolysis-field ionization mass spectrometry of fulvic acid. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 1100-1107.

Schnitzer, M. and Shulten, H-R. 1995. Analysis of organic matter in soil extracts and whole soils by pyrolysis-mass spectrometry. Ed. D. L. Sparks. Advances in Agronomy, Academic Press, volume 55: 167-217.

Seok, I. Y. and Bartlett, R. J. 1976. Stimulation plant growth by substances. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 837-843.

Sims, W. L., V. E. Rubatzky, R. H. Scaroni, and W. H. Lange. 1977. Growing Globe Artichokes in California, University of California Coop. Ext. Leaflet 2675.

SIRA. 2000. Sistema de Información Rural Arequipa. Disponible en: [http://www.sira-arequipa.com.pe/fichas\\_tecnicas/ficha\\_alcachofa.htm](http://www.sira-arequipa.com.pe/fichas_tecnicas/ficha_alcachofa.htm)

Smith, I. M.; J. Dunez; D. H. Phillips; R. A. Lelliott; S. A. Archer. 1992. Manual de Enfermedades de las Plantas. 1ª edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, pp. 39, 40, 49, 55, 56, 61, 67, 68, 111, 139, 229, 239, 240, 266, 347, 348, 571, 572.

Stevens, M.A. 1974. Varietal influence on nutritional value. En: Nutritional Qualities of Fresh Fruits and Vegetables. Editado por: P.L. White and N. Selvey. Futura Publishing Co. N.Y. U.S.A.

Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry. Wiley, New York.

Terrez, V., Artetxe, A., Beunza, A. 1997. Caracterización Física de los Sustratos de Cultivo. Revista Horticultura No. 125. pp. 15-17.

Tinus, W. R. and Stephen, E. M. 1979. How to Grow Tree Seedlings in Greenhouse. Technical Report R. M-60 Rock and Mountain Forest and Ranger Experiment Station. Forest Service U. S. D. A. pp. 20-27.

Urbano, T. P. 1983. Tratado de Fitotecnia General. 1ª edición, ediciones Mundi-Prensa, España, pp. 345-388.

Urbano, T. P. 1999. Tratado de Fitotecnia General. 2ª edición, ediciones Mundi-Prensa, España, pp. 367.

Urquijo, L. P.; Juan, R. S.; Gregorio, S. A. 1971. Patología Vegetal Agrícola. 2ª edición, Ediciones Mundi-Prensa, España, pp. 176.

Valadez, L. A. 1998. Producción de Hortalizas. 8ª reimpresión, Editorial Limusa, México, pp. 164-166, 169, 170.

Vavilov, N.I. 1951. The origin, variation, breeding and immunity of cultivated plants. Ronald Press. Chron. Bot. 13: 1-366.

Venator, Ch. Y Liegel, H. L. 1985. Manual de viveros mecanizados para Plantas de Raíz Desnuda; y , Sistema Semimecanizado con Recipientes Menores de 130 cc. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional Forestal. Quito, Ecuador. pp 35-48.

Verdugo, O. V. 2000. Efecto de ácidos húmicos y fúlvicos sobre hongos micorrízicos arbusculares en Chile ancho, cv. Gigante. Tesis de Maestría, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp 104.

Zohary, D. and J. Basnizky. 1975. The cultivated artichoke. *Cynara scolymus* L. Its probable wild ancestors. Econ. Bot. 29:233-235.

### Páginas Web

<http://www.jisa.es/cast/prod014.html>

<http://www.tarjeplanta.com/sustratos.html>

<http://html.rincondelvago.com/manejo-agricola-de-la-alcachofa-en-la-sierra-del-peru.html>

<http://semarsl.es/hortícolas/alcachofas.htm>

<http://www.compo.es/agricultura/cultivos/hortalizas/alcachofa/#>

<http://www.conservaenlata.com/alcachofa.jsp>

<http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/125alcachofa.htm>

<http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/146alcachofa.htm>

<http://www.infoagro.com/hortalizas/alcachofa.htm>

[http://www.infoagro.go.cr/organico/12.experiencia\\_humus.htm](http://www.infoagro.go.cr/organico/12.experiencia_humus.htm)

<http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYP3/pathogene/6aschor.htm>

<http://www.inteliven.com/tips/gastronomia/1d.asp>

<http://www.kws.de/ca/bu/pua/>

<http://www.premierhort.com/eProMix/Horticulture/Products/GrowingMediumTM/Options/fBiologicalAdditives.htm>

<http://www.samconet.com/productos/producto5/descripcion5.htm>

[http://www.sira-arequipa.com.pe/fichas\\_tecnicas/ficha\\_alcachofa.htm](http://www.sira-arequipa.com.pe/fichas_tecnicas/ficha_alcachofa.htm)