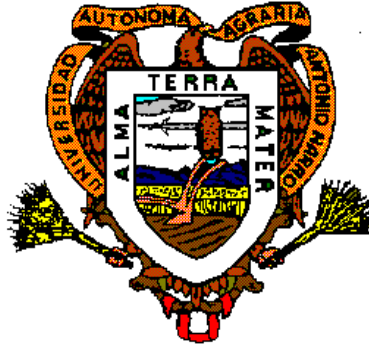


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA**



LAS ALGAENZIMAS Y MICORRIZAS EN LA PRODUCCIÓN DE COLIFLOR
(Brassica oleracea var. Botrytis L.)

POR:

JOSE PEDRO MARIN ZACARIAS

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2000.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

LAS ALGAENZIMAS Y MICORRIZAS EN LA PRODUCCIÓN DE COLIFLOR
(Brássica olerácea var. Botrytis L.)

POR:

JOSE PEDRO MARIN ZACARIAS

TESIS

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito
Parcial Para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

EL PRESIDENTE DEL JURADO

M.C. Alberto Sandoval Rangel

SINODAL

SINODAL

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Ing. Elyn Bacópulos telles

SINODAL

José Gerardo Ramírez Mezquitic

Coordinación de la División de Agronomía

Dr. Reynaldo Alonso Velasco

Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. Mayo del 2000

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO: Por darme la oportunidad de ver concluida la etapa de mi formación así como de verme rodeado de gente que siempre me apoyaron.

A MI ALMA MATER: Gracias a La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por todo lo que me dio durante mi paso por sus aulas y sus dormitorios a lo largo de mi formación profesional.

Al Ing. M.C Alberto Sandoval Rangel por el apoyo prestado y su participación en la revisión de este trabajo.

Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza por su participación en la revisión del presente trabajo.

Al Ing. Elyn Bacópulos Tellez por su participación en la revisión de este trabajo.

Al profesor Heiner Alvarez (+) entrenador del equipo de TKD por su gran apoyo y enseñanza.

A todos mis compañeros de la generación 88 de Ingenieros agrónomos por la gran amistad y convivencia que tuve con ellos.

DEDICATORIAS

Muy especialmente a mis padres:

Teófilo Marín Sámano

Cecilia Zacarías Nava

Por el gran sacrificio y sus desvelos. Gracias por la oportunidad que me dieron para concluir mis estudios así como por los consejos que me dieron para andar por el buen camino.

A mis hermanos Guadalupe, Salud, Isabel, Miguel, Ricardo, Luis Alvaro, Carlos, Rafael, Daniel e Ileana Cecilia.

A mis abuelitos Arturo y Herminia que siempre me dieron apoyo y consejos.

Muy especialmente a mi tía María Sámano por el gran apoyo que me dio durante mi formación.

A mis amigos: José Luz, Quiquis, Saadi, Raúl, Hector, Marquitos, Edgardo, Quirino, Abelino, Karina, Orik, Felipe, Jorge, Mario, Blanca, Misael, Osvaldo, Bruno, José, Víctor, José Luis, Asael, Everardo. A mis compañeros de dormitorio: Eloy , Raúl y Silviano.

A Doña Toña y a Anni por su gran amistad y apoyo prestados sin ningún interés.

A Doña Lupita por las atenciones prestadas así como apoyo moral.

“Hay hombres que luchan un día y son buenos. Hay otros que luchan un año y son muy buenos. Pero hay quienes luchan toda la vida; esos son los imprescindibles”.

BERTOLT BRECHT

“La igualdad de la riqueza debe consistir en que ningún ciudadano sea tan opulento que pueda comprar a otro, ni ninguno sea tan pobre que se vea necesitado a venderse”

Rosseau

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO.....	3
HIPOTESIS.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Cultivo.....	4
Origen e Historia.....	4
Importancia.....	4
Clasificación Botánica.....	6
Descripción Botánica.....	7
Características Botánicas.....	7
Sistema Radicular.....	7
Tallo.....	7
Hojas.....	7
Flor.....	8
Fruto.....	8
Semilla.....	9
Condiciones Ambientales.....	9
Clima.....	9
Humedad.....	10
Luz.....	10
Condiciones Edáficas.....	10
Suelo.....	10
Siembra.....	11
Densidad de Población.....	11
Epoca de Siembra.....	12
Trasplante.....	12
Sistema de Riego.....	13
Extracción de Nutrientes.....	14
Fertilización.....	15
Manejo de Fertilizantes.....	16
Cosecha.....	17
Valor Nutritivo.....	18
Algaenzimas en la Agricultura.....	18

Efecto de los Productos Orgánicos en la Agricultura.....	18
Clasificación de las Algas.....	19
Características Generales de las Algas.....	20
¿Qué son las Algaenzimas?.....	20
Como actúan las Algaenzimas.....	20
Aplicadas al Suelo.....	20
Foliarmente.....	21
Tratamiento Suelo-Foliar.....	21
Las Algas y su Aplicación en la Agricultura.....	21
Productos Derivados de las Algas.....	21
Efecto de las Algas en las Plantas.....	22
Uso de las Micorrizas.....	26
Tipos de Micorrizas.....	28
Ectomicorrizas.....	28
Micorrizas Arbusculares.....	31
Transferencia de los Alimentos del Suelo.....	30
Flujo de Carbono en las Plantas.....	31
Interacciones con Otros Microorganismos del Suelo.....	31
MATERIALES Y METODOS.....	33
Localización Y Características del Sitio Experimental.....	33
Localización Geográfica.....	33
Clima.....	33
Análisis de Suelo.....	33
Diseño Experimental.....	33
Tratamientos.....	33
Variable Evaluadas.....	34
Establecimiento del Experimento.....	35
Material Vegetativo.....	35
Siembra.....	36
Parcela Experimental.....	36
Preparación del Terreno.....	36
Aplicación de Productos.....	36
Deshierbes.....	37
Riegos.....	37
Cosecha.....	37
RESULTADOS Y DISCUSION.....	38
Variables Evaluadas.....	38
Peso de cabeza.....	38
Diámetro de cabeza.....	39
Diámetro de Tallo.....	41
Area Foliar.....	42
Número de Hojas.....	44
Rendimiento.....	45
CONCLUSIONES.....	47
RESUMEN.....	48
LITERATURA CITADA.....	49

INDICE DE CUADROS

		Pag.
Cuadro 1	Producción Nacional de Coliflor en 1991 (INEGI, 1997)...	5
Cuadro 2	Producción Mundial de Coliflor, 1994. (Rubatzky y Yamaguchi, 1997).....	6
Cuadro 3	Extracción de Nutrientes (kg/ha) del suelo en base a toneladas de parte comestible que la coliflor produzca por hectárea. (Castaños, 1993).....	15
Cuadro 4	Fertilización Recomendada en USA para coliflor en Kg/ha (Libner, 1989).....	16
Cuadro 5	Composición Química de la Coliflor por cada 100 g de parte comestible en estado fresco. (Castaños, 1993).....	18
Cuadro 6	Identificación de Tratamientos.....	34
Cuadro 7	Resultados de peso de cabeza presentados en g.....	38
Cuadro 8	Resultados de diámetro de cabeza.....	40
Cuadro 9	Resultados sobre diámetro de tallo.....	41
Cuadro 10	Resultados de medias sobre área foliar.....	43
Cuadro 11	Resultados sobre número de hojas.....	44
Cuadro 12	Variable sobre Rendimiento.....	45

INDICE DE FIGURAS

	Pag.	
Figura 1	Peso de Cabeza sin hojas en el cultivo de coliflor en g en la aplicación de algaenzimas y micorrizas e incremento respecto al testigo en el ciclo otoño invierno 1999-2000.....	39
Figura 2	Diámetro de cabezas en cm el cultivo de coliflor con la aplicación de algaenzimas y micorrizas e incremento respecto al testigo en el ciclo otoño-invierno 1999-2000.....	40
Figura 3	Diámetro de tallo de plantas en una sola evaluación al momento de la cosecha con la aplicación de algaenzimas y micorrizas e incremento respecto al testigo en el ciclo otoño-invierno 1999-2000.....	42
Figura 4	Area foliar en el cultivo de coliflor en cm ² con la aplicación de algaenzimas y micorrizas e incremento respecto al testigo en el ciclo otoño-invierno 1999-2000.....	43
Figura 5	Número de hojas promedio al momento de la cosecha en el cultivo de coliflor con la aplicación de algaenzimas y micorrizas e incremento respecto al testigo en el ciclo otoño-invierno 1999-2000.....	45
Figura 6	Rendimiento total en el cultivo de coliflor en ton/ha con aplicación de algaenzimas y micorrizas y porcentaje de aumento respecto al testigo. Ciclo otoño-invierno 1999-2000.....	46

INTRODUCCION

Es bien conocido que uno de los problemas de tipo económico-social de las diferencias sociales y con el que han de enfrentarse los países de todo el mundo es lo relativo a la alimentación.

La producción de hortalizas se ha visto favorecida en los últimos años en México debido a la existencia de nuevas regiones con cultivos diferentes a los tradicionales, a un incremento en exportaciones con instalación de plantas procesadoras de hortalizas en regiones donde tradicionalmente no existían y a la mano de obra calificada disponible para labores de cuidado especial de las hortalizas. (Valadez, 1998).

La coliflor está considerada como la hortaliza más delicada y complicada de las crucíferas en cuanto a manejo se refiere. De ella se consume la inflorescencia, constituida generalmente por flores abortivas acortadas de color blanco. Esta hortaliza está considerada como una de las principales en los países europeos dado su consumo y producción. El consumo nacional de coliflores mayor que el de brócoli, pero también la mayor parte de la producción es destinada para congelado y/o procesado con fines de exportación. Los estados más sobresalientes basándose en la superficie sembrada son Aguascalientes, San Luis Potosí, Jalisco, Baja California Norte, Michoacán, Puebla, etc. (Valadez, 1998).

Dada la necesidad de producir coliflores de mayor calidad y obtención de un mayor rendimiento a un costo más bajo, la presente investigación tiene como finalidad contribuir con el desarrollo de la agricultura mediante el uso de

productos naturales que realmente no dañen el medio ambiente, sino por el contrario que lo enriquezcan, como son las algaenzimas y micorrizas observando como influyen en la planta.

El uso de un producto comercial que está tomando relevancia cuyo nombre comercial es ALAGENZIMS, el cual es un extracto orgánico preparado a base de algas marinas (*Sargassum acinarium* L.) que provoca en las plantas respuestas favorables entre las cuales está un aumento considerable en la protección contra algunos parásitos y enfermedades, además de que se tiene una recuperación ecológica al no ser contaminante en su aplicación y en su actividad.

Las algaenzimas han sido probadas en los campos de Estados Unidos para aumentar la producción con resultados satisfactorios, pero en los campos mexicanos son poco conocidas, lo que nos ofrece una buena opción para realizar el presente trabajo, ya que en nuestro país casi no existe información de trabajos que fuesen realizados utilizando a esta especie con la finalidad de explotar su potencial. (Canales, 1997).

El uso de micorrizas (*Glomus intraradices*) en la agricultura permite que las plantas puedan obtener mejor su alimento, puedan resistir un mayor estrés ambiental. La captación creciente de los minerales del suelo por las plantas colonizadas significa que es posible considerar sustancialmente el reducir aplicaciones de fertilizantes y pesticidas y al mismo tiempo obtener producciones equivalentes o aún más altas de cosechas (Abbott y Robson). También es posible mantener la calidad y las sustancias del suelo mientras que se protege el ambiente y al mismo tiempo se reducen los costos de producción.

Dadas las propiedades y ventajas proporcionadas en otros cultivos se espera tener efectos similares en el cultivo de la coliflor por lo que se realiza el presente trabajo con el siguiente:

Objetivo:

Investigar los efectos que tienen los extractos de algas y las micorrizas sobre la calidad y rendimiento en el cultivo de coliflor.

Hipótesis

Con la aplicación de algaenzimas y micorrizas se favorece el desarrollo y calidad en el cultivo de coliflor (*Brássica olerácea* var. Botrytis).

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen e Historia

El cultivo de la coliflor se remonta a tiempos prehistóricos, se sabe que los hombres primitivos ya la cultivaban.

Maroto (1989) menciona que la expansión de la coliflor como cultivo en Europa se inicia a partir del siglo XVI.

Su centro de origen parece estar en la región mediterránea y en el siglo XVI fue llevado a América por los holandeses. (Hartman, 1984).

Con el descubrimiento de América y la llegada de un grupo de holandeses al Norte de América se plantaron los primeros huertos de coliflor alrededor de Nueva York, E.U. Posteriormente se distribuyó en toda América consumiéndose en distintas formas. (Valadez, 1998).

Importancia

La importancia de esta hortaliza radica en el área sembrada la captación de divisas (mercado de exportación) y la gran demanda de mano de obra que genera.

En México el producto que se cosecha de las crucíferas se destina principalmente al mercado de exportación, representando con esto una fuente de divisas y un incentivo para los productores. Estos cultivos revisten gran

importancia social por la gran cantidad de mano de obra que generan en forma directa por las labores propias del cultivo e indirectamente por el personal que se ocupa durante el proceso, empaque y transporte, dentro de las empresas procesadoras que exportan el producto al mercado norteamericano. Se estima que en los cultivos de brócoli y coliflor se utilizan alrededor de 110 jornales de trabajo al año por hectárea (Bujanos et al, 1995).

En México se reporta una superficie sembrada de 5,859 has. Distribuidas en los Estados de la República indicados en el cuadro 2.1.

Cuadro 1. Producción Nacional de coliflor en 1991 (INEGI, 1997).

ESTADO	SUPERFICIE SEMBRADA (HA)	RENDIMIENTO (TON/HA)	PRODUCCIÓN (TON)
NACIONAL	5,548.152	7.5	39,397.616
Aguascalientes	150.1	7.3	1,101.5
Baja California Norte	56.5	3.1	175.1
Guanajuato	3,576.8	6.9	24,759.18
Hidalgo	113.9	12.1	1,382.6
Jalisco	113.9	7.0	799.0
Michoacán	66.4	5.9	395.2
Puebla	218.4	7.5	1,640.4
Querétaro	516.2	8.3	1,812.6
San Luis Potosí	58.5	7.1	419.6
Sonora	347.5	14.3	5,166.0
Otros	329.5	8.3	2,737.0

En el cuadro 2.2 se muestra la producción mundial de coliflor en 1994.

Cuadro 2. Producción Mundial de coliflor, 1994. (Rubatzky y Yamaguchi, 1997).

PAISES PRODUCTORES	SUPERFICIE (HA X 10³)	RENDIMIENTO (TON/HA)	PRODUCCION (TON X 10³)
Mundial	606	18	10,888
Africa	9	17.6	150
Norte y Centroamérica	28	13.7	383
Sudamérica	5	13.7	67
Asia	407	18.9	7,708
Europa	15.2	16.7	2,463
Oceanía	5	21.0	107
Países destacados			
India	278	17.8	4,800
China	88	25.7	2265
Francia	44	12.6	553
Italia	23	19.7	443
Reino Unido	26	15.7	414
USA	22	13.6	294
España	14	20.1	271
Polonia	14	15.7	220
Alemania	6	25.2	156
Pakistán	9	16.7	145

Clasificación Botánica

Clasificación taxonómica de la coliflor según Valadez, 1998.

REINO: **Plantae**

DIVISION: **Magnophyta**

CLASE: **Magnolopride**

ORDEN: **Caparalles**

FAMILIA: **Cruciferae**

GENERO : ***Brassica***

ESPECIE : ***oleracea***

VARIEDAD BOTANICA: **Botrytis**

NOMBRE COMUN: **Coliflor**

Descripción Botánica

La familia cruciferae comprende alrededor de 350 géneros con 4000 especies, distribuidas en todas las zonas de climas templados del mundo.

La coliflor es una planta anual echo por el cual no necesita vernalización para producir el vástago floral. (Valadez, 1998).

Características Botánicas

Sistema Radicular

Posee una raíz pivotante abundante ramificada, donde muchas de las cuales se desarrollan dentro de los primeros 5-7 cm del suelo por lo que un cultivo tendría como consecuencia gran destrucción de estas. (Gil, 1965).

Su sistema de raíces es muy ramificado y profundo pudiendo extenderse hasta 50 y 110 cm de profundidad (Weaver y Brunner, 1927) citado por Valadez 1998).

Tallo

Valadez (1998) menciona que el tallo es muy pequeño (10 cm) y no se ramifica y que alcanza su altura definida de 5 a 10 cm donde empieza la formación de las hojas.

Hojas

Las hojas son sésiles, enteras, de poco a muy onduladas, oblongas (de unos 40 a 50 cm de largo y 20 cm de ancho), elípticas, y muy erguidas,

extendiéndose en forma más vertical y cerrada que en el caso de brócoli (Krarup, 1998).

Las plantas son de altura variable; muchos cultivares son de 50 a 80 cm de alto. Las hojas son usualmente verticales y oblongas, más alargadas y más estrechas que las de repollo. El color del follaje varía de grisáceo a verde azul con cutícula cerosa. Las pequeñas hojas interiores inicialmente envuelven y protegen a la cabeza de decoloración debido a la acción del sol. (Rubatzky y Yamaguchi, 1997).

Flor

Las flores verdaderas se forman en las axilas de las flores abortivas; las flores son de color amarillo, con cuatro pétalos. (Valadez, 1998).

Las inflorescencias de las coliflores tempranas son en realidad brotes de yemas indiferenciadas y más o menos funcionales. La inflorescencia de la coliflor puede ser variablemente descrita como una masa de flores abortivas, agregadas a gruesas, brácteas con hipérbola en la parte superior, y tallos cortos y gruesos; como una peculiar inflorescencia que consiste de tallos florales ramificados, gordos y gruesos. (Libner, 1989).

Fruto

Los frutos de la coliflor son las silicuas, las cuales son alargadas y casi cilíndricas, se encuentran en la parte superior del vástago floral, en cuyo interior se encuentran las semillas, cada silicua contiene entre 6 y 8 semillas (Montes, 1975).

Semilla

La semilla presenta la forma de una pequeña bola de color marrón, café o gris de 1 a 2 mm o más de diámetro y bajo condiciones favorables germina de 2 a 5 días. (Montes, 1975).

Condiciones Ambientales

La coliflor prospera en todas las regiones templadas del mundo con temperaturas frescas, localizadas a una elevación de 0 a 800 msnm, pero raras veces desarrolla buenas cabezas en lugares tropicales de poca altura. Sin embargo, en esos mismos lugares y a elevaciones de 600 msnm se han obtenido rendimientos satisfactorios.

Clima

Esta hortaliza es sensible a altas temperaturas ($>26^{\circ}\text{C}$) y ($<0^{\circ}\text{C}$) sobre todo cuando la parte comestible ha madurado. Las semillas germinan a temperaturas de 5 a 8°C , emergen del suelo a los 15 días; y a los 18°C en 4 ó 5 días. (Valadez, 1998).

La coliflor es la más sensible de las crucíferas a temperaturas inferiores al rango óptimo, requiere temperaturas uniformemente frescas; temperaturas muy bajas en las primeras etapas de crecimiento inducen la formación prematura de cabezas y las temperaturas extremadamente altas durante el período de formación de cabeza induce el desarrollo de hojas en éstas. (Emond, 1985).

La temperatura parece ser un factor importante, como otros miembros de las *Brassicas* spp., La coliflor es una planta de estación fría que tolera las

temperaturas de 4°C hasta 38°C; sin embargo, la óptima es de 27°C con un rango de 7°C a 29°C, algo más bajo que la del repollo. (Libner, 1992).

Valadez (1998) cita a Yamaguchi, 1983; (Tompson y Kelly, 1959), dice que ellos reportan que la temperatura para la formación de la parte comestible (cabeza) es de 29 a 21 °C, siendo la óptima de 22°C.

Humedad

La coliflor requiere mucha humedad durante el período de crecimiento, ya que se ha encontrado que existe una estrecha relación entre la precipitación pluvial bien distribuida con el rendimiento/ha, se ha observado que la mayor cantidad de agua tiene una gran influencia sobre el desarrollo de la coliflor. (Edmond, 1987).

Luz

Respecto a este factor, no es una planta muy exigente, pero si debe evitarse el sol fuerte sobre todo en el período en que la planta se encuentra formando la cabeza o pella. (Edmond, 1987).

Condiciones Edáficas

La coliflor se cultiva en todo tipo de suelo, desde los arenosos hasta los arcillosos, hay diferentes consideraciones para cada tipo de suelo, así pues los suelos arenosos o migajón arenoso son preferibles para cosechas tempranas, sobre todo cuando la humedad no es un factor limitante.

Suelo

La coliflor se desarrolla en cualquier tipo de textura de suelo, siempre y cuando tenga buen drenaje; es moderadamente sensible a la salinidad (2560

ppm). En cuanto a pH está clasificada como ligeramente tolerante a la acidez siendo un rango óptimo de pH de 6.8 - 6.0; es sensible a cambios de pH debido al ambiente provocando indirectamente desordenes fisiológicos por falta de algunos nutrientes como Mg, Mo, Bo, etc. (Valadez, 1998).

Los mejores suelos son los profundos francos con buen contenido de materia orgánica, además se adiciona estiércol a los suelos para aumentar la capacidad de retención de agua. Un pH de 6.0 a 7.5 provee el balance en disponibilidad de los elementos esenciales, mantiene el cultivo sin estrés favoreciendo un crecimiento adecuado. (Libner, 1989).

Siembra

Al igual que el brócoli, la coliflor puede sembrarse en forma directa e indirecta (trasplante), utilizándose más comercialmente esta última. En la siembra directa se recomienda utilizar sembradora de precisión (stanhay), que consume en promedio de 2.0 a 2.5 lb/ha. El trasplante no es más que la utilización de almácigos, ya sea a campo abierto o usando charolas de poliestireno (de 200 ó 378 cavidades). Bajo condiciones de invernadero. (Valadez, 1998).

Densidad de Población

En el cultivo de coliflor se tienen más plantas que en el de brócoli debido al desarrollo vegetativo que manifiesta la coliflor obteniéndose poblaciones comerciales de 30,000 a 35,000 plantas por hectárea, con distancias entre surcos de 0.92 a 1 m y de 30 a 35 cm entre plantas exclusivamente a una hilera. (Valadez, 1998).

Epoca de Siembra

En la región del bajío se pueden llegar a producir durante todo el año, sin embargo, comercialmente sólo se produce durante primavera (Marzo) hasta otoño (Octubre).

Transplante

El transplante es una práctica cultural sumamente empleada en las explotaciones hortícolas que consiste en mover las plántulas germinadas en invernaderos o almácigos de estas áreas de crecimiento a los terrenos agrícolas donde completarán su ciclo de desarrollo.

El transplante implica una serie de factores que es necesario considerar para que este proceso tenga resultados satisfactorios:

- a) Factores fisiológicos. Al extraer la plántula del almácigo se destruye una gran parte de la región de absorción de la raíz y viene una gran pérdida de agua, esto trae como consecuencia una reducción de las células de la región de elongación y una baja en la actividad fotosintética; esto puede ser evitado por un buen manejo y por el método de endurecimiento del suelo en el momento en que la plántula es trasplantada. (Edmond, 1987).
- b) Tamaño y edad de la plántula. Se tiene que a mayor edad de la plántula menor es la habilidad de la misma para recuperarse del estrés de crecimiento ocasionado por el trasplante. Porque al ser trasplantada se destruye el área de absorción de la raíz que se encuentra en el extremo de ésta. Como norma se prefiere la planta pequeña para trasplante y debe hacerse en el momento en que aparezca la cuarta o quinta hoja verdadera. (Edmond, 1987).
- c) Velocidad de regeneración de raíz. Entre más rápido se desarrolle la raíz más rápido se recupera la planta, la velocidad de recuperación de la raíz

depende en gran parte de la cantidad de carbohidratos que se encuentren de reserva en los tejidos de la planta. (Edmond, 1987).

El trasplante realizado en húmedo es más recomendado que el practicado en seco, ya que cuando se realiza el primero la planta se recupera más rápidamente del estrés causado por el trasplante. Este se realiza estando anegado el surco a un 70% de altura del mismo.

Sistema de Riego

Riego por goteo. Es uno de los métodos de aplicación de agua de riego que se populariza año tras año. Consiste en la aplicación lenta y frecuente, de agua al suelo a través de emisores y goteros, localizados a lo largo de una línea de distribución. Los emisores disipan la presión que adquiere el agua al ser bombeada, mediante vértices, orificios y la longitud de la línea de distribución.

El principio básico es proporcionar a la planta humedad permanente, que satisfaga sus necesidades evapotranspirativas. Una de las bondades principales de este sistema, es que permite sembrar una superficie mayor, con la misma cantidad de agua. También permite el uso de agua con algún contenido de sales, ya que estas durante el riego, son empujadas hacia la orilla del bulbo de humedad, y así las raíces pueden tomar el agua en donde la tensión es menor. Sin embargo, hay que tener cuidado, ya que el nivel de sales sube a ras de suelo. Al igual que en los riegos por aspersion, se pueden agregar al agua nutrientes o agroquímicos.

El sistema consta de los siguientes componentes:

- ◆ Un sistema de control central con bomba, filtros, válvulas reguladoras de presión y flujo, manómetros mecanismos de control automático y equipo de inyección de agroquímicos.

- ◆ Una línea principal de distribución, que conduce el agua del sistema central, a la zona de cultivo.
- ◆ Red secundaria que cubre el área de cultivo.
- ◆ Líneas laterales que corren a lo largo del surco, que es donde se descarga el agua.
- ◆ Los goteros son de diversos diseños y varían en los materiales empleados en su fabricación.
- ◆ Los elementos utilizados en redes y líneas son preferentemente de polietileno y PVC.
- ◆ Se debe evitar el rompimiento de los goteros ya que es una de las principales fallas de este sistema.

Este método paulatinamente se ha ido mejorando, por lo que en las zonas con mayores recursos económicos especialmente en las zonas de riego por bombeo, su uso se está incrementando. En el resto de las zonas hortícolas su adopción se ha detenido por los altos costos iniciales de instalación y sus cuidados en su manejo. (Castaños, 1993).

Extracción de Nutrientes

Entre todas las especies del género *Brássica*, la coliflor es la más exigente; es una planta de rápido desarrollo, de ancho aparato foliar, de fuerte poder de absorción la cual no sólo aprovecha una amplia disponibilidad de elementos nutritivos, especialmente nitrógeno y potasio, sino también la rápida asimilación de los macronutrientes.

Bolea (1982); Valadez (1998); Splittstoesser (1984); Maroto (1981) reportan algunos datos sobre extracción de nutrientes del suelo.

Cuadro 3. Extracción de nutrientes (kg/ha) del suelo en base a toneladas de parte comestible que la coliflor produzca por hectárea. (Castaños 1993).

Ton/ha	N	P	K	Ca	Mg
3.5	73.3	30.3	85.8	--	--
16.5	47.0	16.8	56.0	53.4	3.4
24.4	80.6	26.8	56.0	15.7	10.0
25.8	68.3	14.6	63.4	--	--
50.0	199	80	250	--	--

Fertilización

La coliflor es una de las plantas que consume muchos nutrientes del suelo, especialmente nitrógeno y potasio, por lo que se recomienda que se hagan aplicaciones de fertilizantes en cantidades balanceadas ya que esto produce un aumento sensible en el rendimiento de materia verde y proteína cruda.

Valadez (1998) proporciona algunas dosis recomendadas y/o utilizadas por algunas compañías congeladoras ubicadas en la región del bajo:

INIFAP	120 - 80 - 00
MAR BRAN	400 -138 - 00
BIRS EYE	500 -138 - 00
GIGANTE VERDE	500 -138 - 00
EXPOHOR	600 -138 - 00

Además de esto se utilizan dosis de 25 kg de ZnSO₄ (Valadez, 1998).

Según Libner (1989), recomienda que un análisis de suelo de cada parcela es prerequisite para proveer los fertilizantes requeridos por la coliflor. Además que los requerimientos de fertilizantes dependen de muchos factores incluyendo variedad, tipo de suelo y región.

A continuación se menciona los fertilizantes requeridos por la coliflor en diferentes regiones de USA.

Cuadro 4. Fertilización recomendada en USA para coliflor en kg/ha (Libner, 1989).

Area	N	P	K
General	168	112	168
Nueva York	56-134	16-179	56-224
Massachussetts baja fertilidad	84-112	168-224	108-224
Ontario, mineral	170	50-270	50-270
Ontario, estercolado	130	20-100	40-230
Florida, suelo mineral	170	50-270	50-270
California, promedio	147	94	46
Requerimiento total por la coliflor	224	22	252

Manejo de Fertilizantes

Nitrógeno: Se recomiendan fertilizantes de 225 kg/ha. Una parte de la cantidad total se deberá aplicar durante la siembra. El resto distribuido de uno a tres tratamientos en bandas a los lados del cultivo, antes de que se inicie la formación de las cabezas. Aplicaciones una vez que principia el proceso de formación, promoverán excesivos desarrollos foliares. Sobre fertilizaciones con nitrógeno están ligadas a la aparición de oquedades en el tallo, sobre todo en siembras especializadas.

Fósforo: De acuerdo a los resultados de los análisis serán las dosis que se utilicen.

En suelos pobres (menos de 15 ppm), se recomienda de 225 a 280 kg/ha, aplicados al boleó antes del rallado.

En suelos medios (15 – 30 ppm), de 170 a 225 kg de P₂O₄/ha al boleó, antes del rayado.

En suelos con fósforo (más de 30 ppm), se pueden utilizar fertilizaciones no mayores de 90 kg de P₂O₄ por hectárea.

Potasio: En suelos que necesitan la aplicación de este elemento se podrán utilizar de 110 a 220 kg/ha, la aplicación se realizará al boleo, incorporándolo posteriormente al suelo, antes del rayado de las camas.

Otros nutrientes: La coliflor es muy sensible a la falta de boro, los síntomas se manifiestan en la forma de áreas acuosas, hundidas de color café en el centro del tallo. Se puede prevenir esta deficiencia, aplicando un kilogramo de boro por hectárea, mezclando con el suelo antes de la plantación.

Esta hortaliza resiente también, la falta de molibdeno, la cual se reconoce por la presencia de hojas de forma irregular, costilla o nervadura central desprovista de pilosidades. El problema se puede evitar con aplicaciones foliares de molibdato de sodio. (Castaños, 1993).

Cosecha

Según Valadez (1998), para cosechar la coliflor se utilizan dos indicadores: el tiempo y el diámetro de la inflorescencia después del amarre de hojas.

Amarre. Después del amarre se debe cosechar a los tres días cuando el tiempo sea caluroso, o a los 6 ó 7 días cuando la temperatura sea fresca.

Tiempo. A los 90 ó 95 días cuando sea siembra y a los 65 días cuando se trate de trasplante.

La cosecha se realiza en forma manual con el empleo de un instrumento con filo para cortar tallo. También se recomienda dejar unas cuantas hojas que cubran el fruto para protegerlo de la intemperie.

Valor Nutritivo

Dado que la coliflor es una hortaliza en potencia, sus hormonas de desarrollo son de gran importancia para nuestra nutrición; se manifiesta su buena digestibilidad, sus propiedades curativas se acentúan en una acción diurética, antianémica comestible como se muestra en el cuadro 2.5.

Cuadro 5. Composición química de la coliflor por cada 100 g De parte comestible en estado fresco. (Castaños, 1993).

COMPONENTE	PARTICIPACIÓN
H ₂ O	92%
Energía	24 Kcal
Proteína	2 g
Grasa	0.2 g
Carbohidratos	4.9 g
Fibra	0.9 g
Calcio	29 ng
Fósforo	46 mg
Fierro	0.6 mg
Sodio	15 mg
Potasio	355 mg
Vitamina A (IU)	16
Tiamina (mg)	0.08
Riboflavina (mg)	0.63
Niacina (mg)	0.63
Acido ascórbico	71.5
Vitamina B ₁₂ (mg)	0.23

Algaenzimas en la Agricultura

Efecto de los productos orgánicos en la agricultura

La agricultura es una de las actividades humanas que actúa sobre el medio que lo rodea, modificando las relaciones entre los seres vivos y permitiendo la obtención de los recursos de diversa naturaleza, fundamentalmente alimenticios.

Se entiende por materiales orgánicos todas las sustancias orgánicas, de origen animal, vegetal o mixto, que se añaden al suelo con el fin de mejorar su fertilidad. Además de aportar al suelo sustancias nutritivas influyendo positivamente en la estructura del suelo y sirviendo de alimento a los microorganismos. Los materiales orgánicos pueden ser de origen animal como la orina, sangre, huesos, deyecciones sólidas, etc., las de origen vegetal como la turba, residuos de cultivo, semillas, hojas secas, algas, etc., y de origen mixto como el estiércol, residuos de hogares, mantillos, etc. (Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera).

Clasificación de las Algas

Hay seis divisiones de plantas simples que tienen clorofila, o una sustancia similar y se llaman algas y son:

Cianofitas (algas azul – verdes)

Clorofitas (algas verdes)

Carofitas (carofiáceas)

Crisofitas (diatomeas y sus semejantes)

Faeofitas (algas pardas)

Rodofitas (algas rojas).

No hay concordancia de cómo están relacionados los varios grupos de algas o cual ha sido su historia evolutiva. Las algas azul-verde parecen ser las más primitivas y las rojas las más especializadas, pero es simple formar un “árbol familiar”. (Edmundo y Katerine, 1963).

Características Especiales de las Algas

Son muy diversas y evidentemente incluyen varias líneas de descendencia evolutiva, de modo que el grupo como un todo es artificial. Casi todos los miembros viven en el agua, la mayoría en el mar donde sin duda aparecieron primeramente, pero ahora muchas que están restringidas a agua dulce. Unos cuantos tipos viven en las rocas, en los árboles o en la superficie del suelo. Las algas forman una parte importante de aquellas masas de plantas diminutas o animales que flotan libremente en el mar o en las aguas dulces y que se conocen colectivamente como “plancton”. (Canales, 1997)

Las algas también son útiles al hombre como fuente de vitaminas particularmente las A y D.

¿Que son las Algaenzimas?

Es un producto obtenido a partir de extracto de algas marinas por un proceso que les extrae el máximo de sus componentes sin perder sus atributos. Es un producto orgánico, no tóxico, completamente natural.

La algaenzima es un producto biológico que no perjudica el medio del suelo, más bien propicia su equilibrio físico-biológico rehabilitándolo por más degradado que este esté. (Canales, 1997)

Como Actúan las Algaenzimas

Aplicadas al Suelo

Propicia que el suelo libere libremente los nutrientes para que las plantas se vigoricen y se obtengan mayores y mejores cosechas. Acelera un proceso

natural que se da en la génesis de los suelos, proceso que en condiciones normales tardaría siglos.

En el caso de los suelos arcillosos, libera los nutrientes y cuando se trata de suelos arenosos los retiene, evitando su lixiviación.

Al disolver los carbonatos mediante la producción de ácido carbónico las enzimas descompactan el suelo pesado, haciéndolo friable formando poros y facilitando la difusión y penetración del aire, agua y raíces. Como es muy soluble, su acción penetra en el suelo hasta donde llega el agua. (Canales,1997)

Foliarmente

Como los componentes de las algas son solubles y balanceados por la naturaleza, son fácilmente absorbidos por las hojas jóvenes. Los ácidos algínicos, el manitol y las enzimas ayudan a movilizar los nutrientes en el interior de la planta. Los reguladores de crecimiento propician el crecimiento de las células; además, inducen la división de las mismas. (Canales, 1997).

Tratamiento Suelo-Foliar

En conjunto y por separado vigorizan las plantas haciéndolas resistentes a las enfermedades, ataques de insectos, heladas y sequías. (Canales,1997).

Las Algas y su Aplicación en la Agricultura

Productos Derivados de las Algas

El uso de las algas en los cultivos ha aumentado, es por eso que se han desarrollado un gran número de algas procesadas. Como las harinas que se

aplican al suelo en grandes volúmenes o mezcladas con el suelo del sustrato en plantas de invernadero; extractos líquidos o en polvo y, concentrados, que se usan para sumergir las raíces; en el suelo, para mejorar la retención de humedad y, como fertilizantes foliares. (Senn 1987; Metting et al. 1988).

Para la agricultura y horticultura, la mayoría de los productos provienen de algas pardas, las cuales se cosechan en aguas templadas. Las especies más comúnmente utilizadas son: *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia maxima* y *Fucus vesicularis*. La *Laminaria* y el *Phangasum*, son menos usadas. Estas algas pertenecen a las Phaeophyceae y se escogen por su tamaño y disponibilidad, más que por alguna cualidad específica. (Mooney y van Staden, 1985).

Efecto de las Algas en las Plantas

La mayoría de plantas responden al tratamiento de preparados de algas, se cree que se debe principalmente a las citocininas, las cuales tienen influencia en la división de las células; esto se fundamenta, en que se han detectado actividades parecidas a las de las citocininas en un número de compuestos comerciales de algas. (Bentley y Read, 1968; Hussain y Boney, 1969; Jennings, 1969; Augier y Harada, 1973; Money y van Staden, 1987) citados por Canales, 1997, indicaron tentativamente la presencia de un número de citoquininas (trans-zeatina, trans-ribozeatina, dihidrozeatina y 150-penteniladenina), en el alga parda *Pangassum heterophyllum*.

Temple W.D. y Bomk A.A. (1989) sugirieron que la aplicación de algas en los cultivos, podían proveer una cantidad limitada de nutrientes para corregir una diferencia de cierta amplitud.

Las mezclas masivas de cultivos de *Alusoria*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Plectonema* y *Tolypothrix*, son secados al sol y abastecidos en forma de

hojuelas para inocular arrozales según las dosis recomendadas que son de 8 a 10 kg/ha aplicados una semana después de la plantación. Las algas mencionadas ayudan a la actividad de fijación de N₂ (Venkataraman, 1972). Esta tecnología fue utilizada en los años setenta en dos millones de hectáreas en la India, 400 mil en Burma y áreas menores en Sri Lanka y Nepal (Roger et al. 1985).

Blunden y Woods (1969) mencionan que en las algas se encuentran carbohidratos que pueden servir como fuente de energía adicional para el desarrollo de la planta, al ser aplicadas para fertilizar.

Lewin (1983) reporta como acondicionador del suelo al palmelioide de las microalgas.

Soriano (1993) reporta que con los tratamientos de 1.5 l/ha, en aplicación foliar y 16 lt/ha en aplicación al suelo utilizados en combinación, dieron resultados positivos en la reducción de enfermedades e incidencia de insectos dañinos al cultivo en comparación con el testigo, en el cultivo de chile serrano (*Capsicum annuum* L.).

Varios investigadores han reportado sustancias promotoras del crecimiento en algas. La evidencia sugiere la presencia de hormonas de crecimiento en extractos de algas.

Mowat et al. (1967) demostraron la existencia de sustancias similares a las citocininas en las algas marinas unicelulares *Gymnodium splendens* y *Phaedactylum tricornutum*.

Jen (1972) reportó que los extractos líquidos del *Ascophyllum nodosum* contienen auxinas o compuestos semejantes a ellas.

Se han extraído citocininas de algas unicelulares como *Laminaria* spp, *Laminaria digitata*, *Ectonia* sp. *Ectonia huphnae* sp. (Mowat et al., 1967; Hussain et al., 1969) y Jennings, 1969).

Briant et al, (1973) con ayudas de pruebas biológicas confirmaron la presencia de citocininas en las algas marinas.

De acuerdo con Williams et al. (1974), en tres extractos comerciales más usados en Estados Unidos, se verificó la presencia de auxinas, giberelinas y citocininas.

Astbury (1970) en experimentos realizados en manzana, crisantemo, durazno, pepino, frijol, fresa, col de Bruselas y grosella negra; las algas dieron como resultado en muchos de los casos, la reducción en la incidencia de plagas y enfermedades, existiendo un incremento en el rendimiento y alargándose, a la vez, la calidad de la fruta.

Metting (1981) reporta que las algas del suelo son un importante componente del sistema agrícola, en varias partes del mundo.

Jen (1972) concluyó que los beneficios del extracto de algas pueden provenir de los cambios fisiológicos en la estructura interna de las células de las plantas, los cuales pueden ser inducidos por los altos contenidos de micronutrientes del extracto de algas.

Según Blunden (1977) las aplicaciones foliares de un extracto comercial a base de *Laminareaceae* y *Fucaceae* como un aditivo de fertilizantes fue asperjado en plátano teniendo como resultado una reducción en el tiempo de floración, y un incremento en el peso promedio de los racimos. Aparentemente, no hubo diferencia entre las plantas tratadas y los testigos en cuanto a N, P, K, Ca y Mg, pero sí hubo una marcada diferencia en el Mn.

Dorantes (1992) reporta que con el tratamiento de ocho litros de ALGAENZIMS por hectárea, aplicados al suelo, se obtuvo el mejor rendimiento así como el más alto contenido de proteínas en el cultivo de cilantro.

Francki (1960) sugiere que ciertos componentes de las algas, secuestran los metales o dan complejos solubles, incrementando así la disponibilidad y toma de minerales por parte de la planta. El autor encontró que las hojas de los tomates, tratadas con extractos de algas, contenían más Mn que las algas. Las mismas algas liberan el Mn.

Abetz et al. (1983) encontraron que las plantas de lechuga aumentaron significativamente su peso y diámetro promedio del corazón, al aplicarse extracto de *A. nodosum*. En el caso de coliflor, la aplicación condujo a un incremento significativo en su diámetro.

Nelson et al. (1983) demostraron que la aplicación del extracto de algas en trigo, incrementó significativamente el diámetro de la caña, el número total de espigas secundarias por panoja y el rendimiento en grano por espiga y por planta.

Povolny (1972) observó un aumento de cerca del 17.1% en el rendimiento de pepinos establecidos en invernadero, al aplicar una solución de 0.2% de extracto comercial de algas marinas con intervalos de 8 a 10 días además de una mínima infestación por *Tetranychus telarius* en plantas tratadas en comparación con los testigos y el período de fructificación se alargó. Una solución de 1% aplicada en un suelo bajo en humedad incrementó el rendimiento por un período de 2 años hasta cerca de 17.7%.

Uso de las Micorrizas

El término micorriza, viene a nosotros de la combinación de las palabras, mikos del griego (hongo) y el término latino rhiza (raíces). Por lo tanto señala básicamente la asociación simbiótica entre los hongos y las raíces de la planta. Entre los tipos de micorrizas observados en la naturaleza uno se encuentra en la mayoría de plantas cultivadas. La micorriza arbuscular, que vive en asociación aproximadamente con 85% de plantas herbáceas. (Read, 1984)

Las Micorrizas son las asociaciones simbióticas que se forman entre las raíces de la mayoría de las especies de plantas con los hongos. Estas simbiosis son caracterizadas por el movimiento bilateral de los alimentos donde el carbón fluye al hongo y los alimentos inorgánicos se mueven a la planta, de tal modo se forma un acoplamiento crítico entre la raíz de la planta y el suelo. En suelos estériles, los alimentos tomados por los hongos micorrizicos pueden conducir al crecimiento vegetal y a la producción mejorada. Consecuentemente, las plantas micorrizadas pueden ser a menudo más competitivas y tolerar un mayor estrés ambiental que las plantas no micorrizadas. (Sylvia, 1989)

Las micorrizas son pequeñas raíces o pelos radicales de muchas especies, en su mayoría árboles, que se han infectado con hongos y forman una asociación de larga vida en la que el hongo vive dentro o sobre de las células de la raíz. Un manto o vaina de hifas fungales puede rodear la raíz, actuando esencialmente a manera de esponja y reemplazando los pelos radicales que no crecen, o no pueden hacerlo. Ocurren algunos cambios morfológicos, en particular la producción de raíces cortas, y muy ramificadas con expansiones en forma de clava en sus extremos; estas pueden resultar de la actividad auxinica. Pueden estimularse mediante la aplicación de IIA, y se sabe de muchos microbiontes que forman esta sustancia. Están involucrados numerosos hongos (pueden ser miembros de Basidiomycetes, Hymenomycetes

o Gastromycetes) y, algunas de las asociaciones que se forman no son muy específicas. Ciertas cetas comunes de los bosques son los cuerpos fructíferos de hongos micorrizicos. Como algo peculiar, estos hongos usualmente no segregan celulasas o proteasas. (r.g.s. Bidwell)

Ciertos factores desconocidos pueden estar involucrados en el establecimiento de asociaciones micorrizicas, si bien los hongos se desarrollan en un medio complejo su crecimiento se acentúa considerablemente si se cultivan con ellos algunas piezas de raíces de árbol. Aparentemente cierto exudado de la raíz controla y aun impide la entrada del hongo. Las raíces del tomate impiden la entrada de hongos, y en las del pino la infección se circunscribe a partes específicas de pequeñas raíces. (Cronquist, 1984)

Las simbiosis micorrizicas no son unilaterales. El hongo absorbe azúcar del huésped, y otros factores tales como vitamina B, ∞ cetoácidos y aminoácidos. Por otra parte, la absorción de minerales por las raíces se incrementa considerablemente por la presencia de micorrizas, tal vez debido a cambios de permeabilidad normal de muchos árboles. Aunque inicialmente se pensó que funcionaban sólo como órganos para el suministro de nutrimentos de la planta huésped. Por los trabajos realizados por el fisiólogo canadiense U. Slankisse obtuvo que la planta huésped recibe también hormonas del crecimiento (tales como auxinas y citocininas) del hongo simbiótico. Este exceso de hormonas afecta profundamente no solo la apariencia externa sino también la morfología interna de las raíces. Ellas bien pueden ser responsables de una mayor eficiencia en la movilización y transporte de nutrimentos en la planta huésped. Asimismo, el color verde más intenso y la acentuada resistencia a la temperatura y la sequía de plantas con micorrizas pueden atribuirse al incremento en la concentración hormonal en la planta huésped. (Cronquist, 1984).

Las asociaciones micorrizicas pueden ser complejas y extensas involucrando más de un macrosimbionte. Se pensó originalmente que las

plantas heterotróficas carecen de clorofila del género *Monotropa* (pipa de indio y otras) que vive en el suelo de bosques templados de coníferas, eran saprofitas. Ahora se sabe que ellos obtienen su nutrición de los árboles vecinos mediante el paso de sales y carbohidratos vía hifas micorrizicas, las cuales están asociadas con sus propias raíces y las de los árboles cercanos. (r.g.s Bidwell).

Las prácticas de cultivo tales como labranza, rotación de cultivos, y roturación pueden afectar las poblaciones de hongos micorrizicos en el campo. Donde es bajo o ineficaz el potencial nativo del inoculo, las estrategias de la inoculación pueden ser provechosas. Con el estado actual de la tecnología, la inoculación es la más factible para las cosechas de especies trasplantadas y de las áreas donde el disturbio del suelo ha reducido grandemente el potencial nativo del inóculo. (Sylvia, 1990)

Tipos de Micorrizas

Ectomicorrizas

La característica de las ectomicorrizas (EM) es la presencia de hifas entre las células corticales de la raíz produciendo una estructura reticular llamada red de Hartig, después de Roberto Hartig que se considera el padre de la biología del bosque. La capa puede variar extensamente en espesor, color, y textura dependiendo de la combinación determinada del planta y el hongo. La capa aumenta el área superficial de las raíces absorbentes y afecta a menudo la morfología de la raíz fina, dando por resultado la bifurcación de la raíz y arracimado. Contiguos con la capa están los hilos hifales que se extienden en el suelo.

Las ectomicorrizas colonizan el interior de las células de las raíces. Se encuentra en las plantas arboladas que se extienden de arbustos a los árboles

forestales. Benefician céspedes, gran número de plantas ornamentales, árboles de madera dura, árboles frutales y arbustos. (Robson, 1994)

Micorrizas Arbusculares

Las esporas reproductivas se pueden formar en la raíz o más comúnmente en el suelo. Para algunos hongos (ej. *Glomus intraradices*), las vesículas en la raíz experimentan el espesamiento secundario, y un tabique (pared cruzada) se coloca a través de la conexión de las hifas que conduce a la formación de la espora, pero las esporas se convierten más a menudo en el suelo del inflamamiento de las hifas.

Los hongos que forma actualmente toda clasificaron en el orden Glomales (Morton, 1988). La taxonomía se divide más a fondo en los subórdenes basados en la presencia de:

- (i) vesículas en la raíz y la formación de los clamidosporas (pared gruesa, espora asexual) llevados de las hifas subterráneas para el suborden Glomineae o
- (ii) ausencia de vesículas en la raíz y la formación de las células y de las azigosporas auxiliares (esporas que se asemejan a una zigospora pero que se convierten asexualmente de una hifa subterránea dando por resultado una conexión con bulbo distinta) en el suelo para el suborden Gigasporineae.

El término de micorriza vesículo-arbuscular (VAM) fue aplicado originalmente a las asociaciones simbióticas formadas por todos los hongos Glomales, pero porque a un suborden importante le falta la capacidad de formar vesículas en raíces. El orden Glomales se divide más a fondo en las familias y los géneros según el método de formación de la espora. Las esporas de los hongos son muy distintivas. Se extienden en diámetro a partir de 10 micrómetros para el tenue de *Glomus* a más de 1.000 micrómetros para alguna *Scutellospora* spp. Las esporas pueden variar en color de hialino (claro) al negro y en la

textura superficial de liso a altamente adornado. *Glomus* forma esporas en los finales de las hifas, *Acaulospora* forma hifas lateralmente y en el cuello y *Entrophospora* forma esporas dentro término del cuello hifal. El Gigasporineae se divide en dos géneros basados en la presencia de las paredes membranosas internas y de un blindaje de la germinación (estructura de la pared de los cuales el tubo del germen puede presentarse) para *Scutellospora* o la ausencia de estas estructuras para *Gigaspora*. (Robson, 1994)

Transferencia de los Alimentos del Suelo

Los hongos micorrizicos sacan material mineral que no estaría disponible para el hospedero sin ayuda. El N, P y Ca, entre otros minerales necesarios que se encuentran en el humus, no son directamente accesibles para las raíces de las plantas, hasta que los compuestos orgánicos complejos, en los cuales se encuentran, han sido desintegrados para dar compuestos inorgánicos solubles.

Para un ion no móvil tal como fosfato, la zona de agotamiento se encuentra cerca de la raíz. Las hifas pueden puentear fácilmente a esta zona del agotamiento y crecer en suelo con una fuente adecuada de fósforo. La toma de microelementos tales como cinc y cobre también es mejorado por las micorrizas porque estos elementos son también limitados en la difusión de muchos suelos.

Para iones más móviles tales como nitrato, la zona del agotamiento es ancha y es menos probable que las hifas crezcan extensamente en la zona que no es influenciada por la raíz solamente.

En trabajos experimentales en la absorción mineral por las plantas vasculares se ha hecho casi completamente con plantas que carecen de micorrizas en las condiciones del experimento. En plantas micorrizicas gran parte de la absorción mineral se supone que sea llevada a cabo por el hongo,

especialmente si esta forma un manto sobre la superficie de la raíz. Los elementos generalmente absorbidos por las plantas superiores en forma mineral también son absorbidos por el hongo como integrante de compuestos orgánicos más complejos y sin duda algunos de estos complejos o sus derivados metabólicos son, a menudo transferidos a la planta superior simbiote. Hay ciertas razones para pensar que en los bosque tropicales la mayor parte de los minerales son recirculados a través de las micorrizas en lugar de ser convertidos en iones libres que sean absorbidos por las raíces.

Flujo de Carbono en las Plantas

Los hongos micorrizicos se extienden y obligan a los simbiotes, que pueden obtener solamente el carbono del huésped que es la planta como en el caso de los hongos de los simbiotes facultativos, que pueden también mineralizar el carbono orgánico de fuentes no vivientes como en el caso de una cierta especie de EM. En la naturaleza los hongos micorrizicos heterótrofos obtienen todo o la mayoría de su carbono de la planta autótrofa que es el huésped. Las micorrizas ectomicorrizicas y *ericoid* transforman los carbohidratos del huésped en los carbohidratos fungales específicos del almacenaje, tales como manitol y trialosa.

Interacciones con Otros Organismos del Suelo

Los hongos micorrizicos obran recíprocamente con un gran número de organismos en la rizosfera. El resultado puede ser positivo, neutral, o negativo en la asociación micorrizica o un componente determinado de la rizosfera. Por ejemplo, las bacterias específicas estimulan la formación de EM en viveros de conífera y se llaman las bacterias ayudantes de la micorrización. En ciertos casos estas bacterias eliminan la necesidad de la fumigación del suelo (Garbaye, 1994).

La interacción entre el *Rhizobium* y los hongos han recibido la atención considerable debido a la demanda relativamente alta del fósforo de la fijación del N₂. Las dos simbiosis actúan típicamente de forma sinérgica, dando por resultado mayor contenido del nitrógeno y del fósforo en la combinación que cuando cada uno se inocula sobre la legumbre solamente, las legumbres gruesas se arraigan típicamente y por lo tanto es ineficaz en extraer fósforo del suelo. Los hongos asociados a las legumbres son una conexión esencial para la nutrición adecuada del fósforo, conduciendo al nitrógeno al realzado de la actividad que alternamente promueve la raíz y el crecimiento micorrizico.

Los hongos micorrizicos colonizan raíces del huésped y de tal modo obran recíprocamente con los patógenos de la raíz que parasitan este mismo tejido fino. En un ecosistema natural donde está baja la obtención de fósforo, un papel importante de los hongos micorrizicos puede ser la protección del sistema de la raíz contra patógenos endémicos tales como *Fusarium* spp. Que las micorrizas pueden estimular a la colonización de la raíz por los agentes seleccionados del biocontrol.

MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica

El experimento se realizó en la propiedad privada El Ojuelo, al este de la ciudad de Ramos Arizpe. El cual está a una altura de 1399 msnm. A una latitud de 25° 32' y a una longitud de 100° 57'(W). En la UAAAN se realizó la producción de plántula en el invernadero de horticultura del bajío.

Clima

El clima en esta región se clasifica como: Bsokx'(w)(e')w" que se define como seco estepario. La temperatura es de 18°C y la precipitación de 257.4 mm. Los meses más lluviosos son de Junio a Septiembre.

Análisis de Suelo

El análisis de suelo realizado nos dio los siguientes resultados: Es un suelo rico en materia orgánica, es de textura migajón arenoso, cuenta con un pH de 8.15 el cual es alto para este cultivo.

En lo que respecta a elementos mayores dio los siguientes resultados: $N_D = 341.55$ kg/ha, $P_D = 118.8$ kg/ha y $K_D = 233.31$ kg/ha.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado en el presente trabajo fue completamente al azar.

Tratamientos

Los tratamientos totales del presente trabajo fueron cuatro, los cuales contaron con tres repeticiones cada uno. Cabe hacer mención que el tratamiento 4 que fue algaenzimas más micorrizas sólo contó con dos repeticiones, siendo este tratamiento el de algaenzimas más micorrizas. Los tratamientos quedaron integrados como se presentan en el cuadro 3.1

Cuadro 6. Tratamiento y las letras con que se identifica.

TRATAMIENTO	IDENTIFICACION
1. Testigo	T
2. Micorrizas	TM
3. algaenzimas	TA
4. Micorrizas + Algaenzimas	TAM

La ubicación por sorteo de las parcelas experimentales así como sus repeticiones aparece en el siguiente croquis.

TM-1	TAM-1	TM-2	TAM-2	TM-3	TA-1	T-1	TA-2	T-2	TA-3	T-3
------	-------	------	-------	------	------	-----	------	-----	------	-----

Variables Evaluadas

Todas las variables evaluadas fueron al momento de la cosecha, para lo cual se tomaron cinco muestras en cada corte. Se hicieron cuatro cortes en total.

Las variables fueron:

Peso de cabeza. Se realizó tomando cinco plantas por repetición y se le quitaron prácticamente todas las hojas.

Diámetro de cabeza. Se realizó solamente una vez tomando de referencia cada extremo de la cabeza. Se tomaron cinco muestras por corte por repetición.

Diámetro de tallo. Se realizó tomando de referencia la altura de corte de la planta. En esta variable se tomaron 5 muestras por repetición en cada uno de los cortes.

Area foliar. Se realizó midiendo el ancho y largo de las hojas en el muestreo realizado al momento de la cosecha y posteriormente se aplicó la fórmula de la elipse que es la que más se aproxima a la forma de la hoja de coliflor.

Número de hojas. Se hizo un conteo general del total de estas de cada muestra que se tomó en cada uno de los cortes.

Rendimiento. El rendimiento se obtuvo sacando la media de cada tratamiento considerando la distancia que manejamos entre plantas y surcos y posteriormente se calcularon los kilogramos/ha.

Establecimiento del Experimento

Material Vegetativo

El material vegetativo que se utilizó para la realización del experimento fue el de la variedad Snowman.

Siembra

La siembra de la semilla de coliflor se realizó en charolas de 338 cavidades, las cuales se mantuvieron en el invernadero de horticultura que se encuentra en el Bajío hasta que estuvieron listas para ser trasplantadas.

Parcela Experimental

Se estableció en una parcela de 46.75 metros de largo, y 11 metros de ancho, la cual nos dio un total de 514.25 m². El espacio entre surcos fue de 1 metro y entre plantas de 30 cm. Estas distancias nos dieron una densidad de plantas por parcela de 1714 en total. Por lo que nuestra densidad por hectárea fue de 33333 plantas.

Preparación del Terreno

Para esta labor se utilizó un tractor propiedad de la universidad. Las labores aquí realizadas fueron barbecho, rastra y trazo de surcos.

Posteriormente se instaló la cintilla, colocándose ésta en el centro del surco en la parte superior del mismo. La función de esta fue la de proporcionar a la planta el agua necesaria para que esta pudiera sobrevivir, así como la aplicación de productos vía riego como son fertilizantes y otros productos.

Aplicación de Productos

Los productos que se evaluaron fueron algaenzimas cuyo nombre comercial es ALGAENZIMS, así como micorrizas de los laboratorios Bukman.

Las micorrizas fueron aplicadas 15 días después del trasplante vía riego.

Las algaenzimas se aplicaron 45 días después del trasplante, se aplicó 1ml de producto comercial por litro de agua y esta aplicación sólo se realizó una vez sobre el follaje.

Aplicación de insecticidas. (Confidor y metamidofos). Estos se aplicaron para el control de pulgones realizándose dos aplicaciones durante el desarrollo del cultivo, una de cada producto.

Deshierbes

Se realizaron solamente dos Deshierbes manuales, el segundo se realizó cuando las plantas de coliflor ya estaban grandes realizándose solamente un aclareo o desbanderillado quitando solamente las plantas más grandes.

Riegos

Los riegos se hicieron 1 ó 2 veces por semana dependiendo de las condiciones que prevalecían en el lugar y de la retención de humedad del suelo.

Cosecha

La cosecha se realizó durante el mes de Enero realizándose cuatro cortes, conforme iban madurando las inflorescencias. Para el peso de las cabezas se retiraron las hojas para solamente considerar el peso de la cabeza.

RESULTADOS Y DISCUSION

De las variables evaluadas se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Peso de cabeza.

En los datos obtenidos en campo del peso de cabeza y sacando el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Al realizar la comparación de medias para los diferentes tratamientos no se encontró significancia entre tratamientos para esta variable. Según los resultados obtenidos el mejor tratamiento fue el testigo del cual se obtuvo una media de 903.68 g por cabeza. Los resultados de las medias se presentan en el cuadro 4.1.

Cuadro 6. Resultados de peso de cabeza presentados en g.

TRATAMIENTO	PESO DE CABEZA (g)
Testigo	903,6891
Micorrizas	822,155
Algaenzimas	889,2166
Algaenzimas + Micorrizas	808,9041
c.v	5,89%

Por efecto de las condiciones climáticas que se presentaron durante el mes de diciembre por debajo de los 0°C. cuando el cultivo empezaba la formación de la cabeza, no permitieron desarrollarse al máximo las plantas y por lo tanto disminuyó su potencial productivo; ya que las plantas con mayor precocidad fueron las más dañadas.

Los resultados obtenidos se contraponen a lo citado por Blunden (1977) donde menciona que con la aplicación de un extracto foliar a base de *Laminareaceae* y *Fucaceae* asperjados al follaje incrementó el peso promedio de los racimos de plátano.

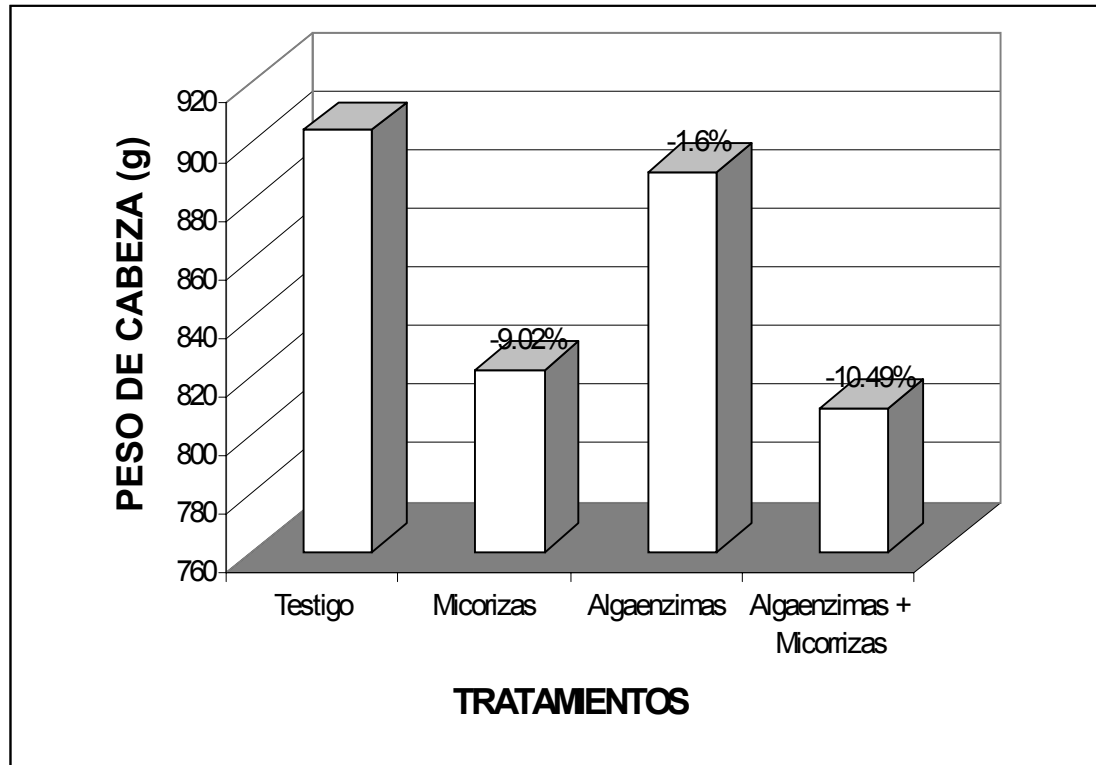


Figura 1. Peso de cabeza sin hojas en el cultivo de coliflor en g en la aplicación de algaenzimas y micorizas e incremento respecto al testigo en el ciclo otoño-invierno, 1999 - 2000.

2. Diámetro de cabeza

Los datos fueron analizados estadísticamente encontrándose diferencia significativa entre tratamientos en el análisis de varianza. Al hacer la comparación de medias para los diferentes tratamientos se encontró que el mejor tratamiento fue algaenzimas. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 4.2.

Cuadro 7. Resultados de diámetro de cabeza.

TRATAMIENTO	DIAMETRO DE CABEZA (cm)
Testigo	16,97
Micorrizas	16,36
Algaenzimas	17,51
Algaenzimas + Micorrizas	15,75
c.v	2,03%
d.m.s	0,6357

Como se puede observar hubo diferencia significativa entre tratamientos para lo que fue diámetro de cabeza.

El tratamiento que mayor diámetro de cabeza dio fue el de algaenzimas seguido por el testigo.

Los resultados obtenidos son apoyados por lo que dicen Abetz et al. (1983) que la aplicación de algaenzimas condujo a un incremento significativo en el diámetro de la cabeza.

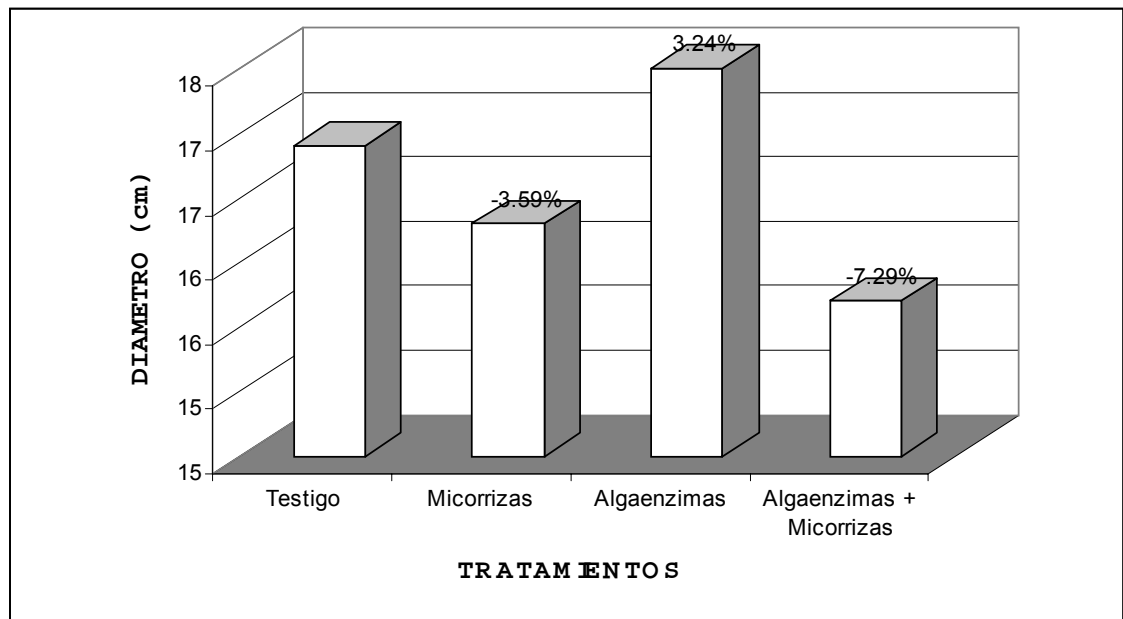


Figura 2. Diámetro de cabezas en cm en el cultivo de coliflor con la aplicación de algaenzimas y micorrizas e incremento respecto al testigo, en el ciclo otoño - invierno, 1999 - 2000.

3. Diámetro de tallo.

Los datos obtenidos en campo sobre diámetro de tallo fueron analizados estadísticamente no encontrándose diferencia significativa entre tratamientos. Haciendo la comparación de medias se obtuvo que la mejor fue para el tratamiento con micorrizas. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 4.3.

Cuadro 8. Resultados sobre diámetro de tallo.

TRATAMIENTOS	DIAMETRO DE TALLO (cm)
Testigo	3,82
Micorrizas	3,94
Algaenzimas	3,92
Algaenzimas +Micorrizas	3,77
c.v	3,39%

Aunque no se manifiesta una diferencia estadísticamente entre tratamientos, numéricamente si hay diferencia y por el comportamiento de los tratamientos se observó que en lo referente a diámetro de tallo si se aprecia una ligera influencia en la aplicación de algaenzimas y micorrizas, ya que se comportan similares siendo de mayor diámetro que el testigo. Pero no se comportó de la misma forma lo que fue la aplicación de algaenzimas y micorrizas juntas ya que el diámetro del tallo disminuyó.

En la comparación de medias no se encontró diferencia significativa entre tratamientos para esta variable, por lo que no se encuentra influencia de la aplicación de productos (algaenzimas y micorrizas) en el diámetro de tallo.

Las respuestas encontradas en la aplicación de algaenzimas en la variable de diámetro de tallo son respaldadas por lo que cita Nelson et al. (1986) en el cultivo de trigo donde la aplicación de algaenzimas incrementó significativamente el diámetro de la caña.

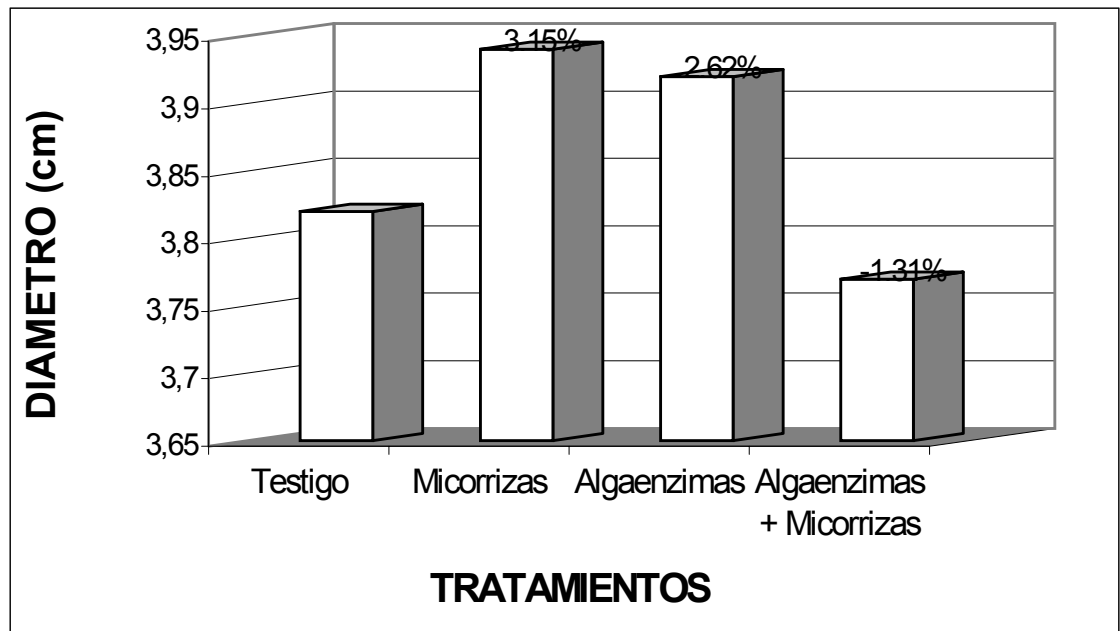


Figura 3. Diámetro de tallo de plantas en una sola evaluación al momento de la cosecha con la aplicación de algaenzimas y micorrizas e incremento respecto al testigo, en el ciclo otoño - invierno, 1999-2000.

4. Area foliar

Analizando los datos para lo que fue área foliar y obteniendo su análisis de varianza no se encontró diferencia significativa para esta variable. Para esta variable el mejor tratamiento fue con algaenzimas con 18715 cm².

Cuadro 9. Resultados de medias sobre área foliar.

TRATAMIENTOS	AREA FOLIAR (CM2)
Testigo	15502,1552
Micorrizas	15352,7626
Algaenzimas	18715,68945
Algaenzimas + Micorrizas	17587,36328
c.v	15,26

Estos resultados se apoyan con lo obtenido por Dorantes (1992) donde la aplicación de algaenzimas incrementó el rendimiento en cilantro. Por lo que aquí se puede hacer mención que la aplicación de algaenzimas incrementó el tamaño de hojas en el cultivo de coliflor por lo que dio una mayor área este tratamiento.

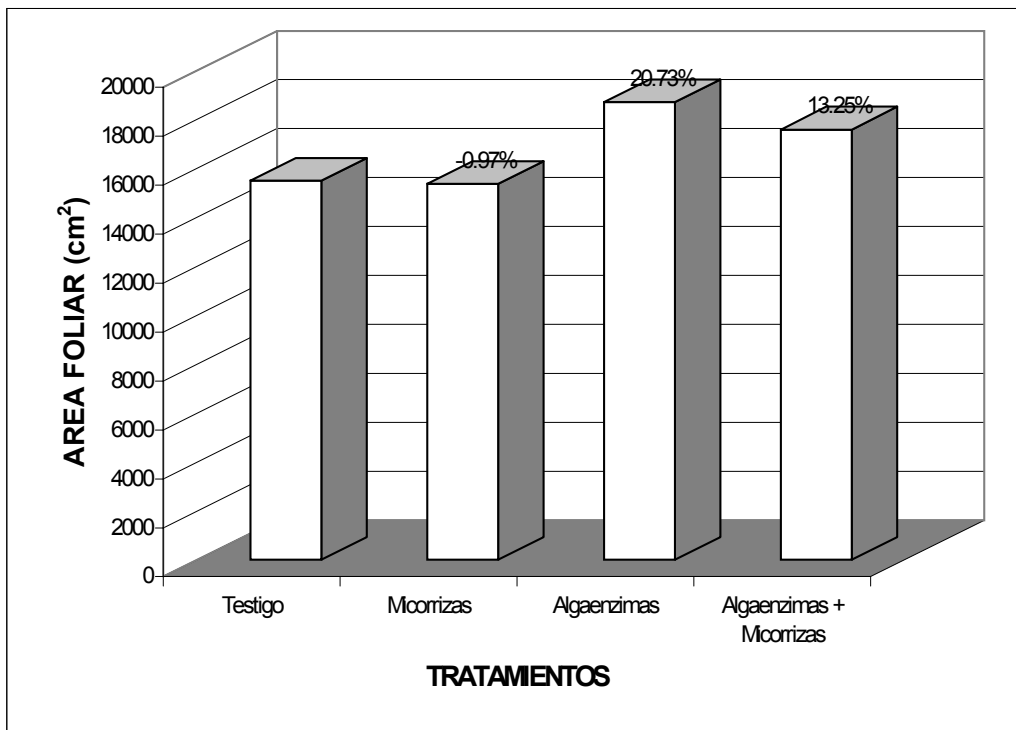


Figura 4. Area foliar en el cultivo de coliflor en cm^2 con la aplicación de algaenzimas y micorrizas e incremento respecto al testigo en el ciclo otoño - invierno, 1999 - 2000.

5. Número de hojas.

Haciendo el análisis de varianza para el número de hojas no se encontró diferencia significativa para esta variable. La media más alta fue para el tratamiento con algaenzimas. Los resultados se presentan en el cuadro 4.5

Cuadro 10. Resultados sobre número de hojas.

TRATAMIENTOS	No. DE HOJAS
Testigo	21,4
Micorrizas	19
Algaenzimas	23,93
Algaenzimas + Micorrizas	23,5
c.v	9,88

Para el número de hojas numéricamente el mejor tratamiento fue el de algaenzimas seguido por el de algaenzimas + micorrizas.

No hubo diferencia significativa en comparación de medias por lo que los tratamientos fueron estadísticamente iguales.

Los resultados obtenidos en el número de hojas aunque estadísticamente no son significativos numéricamente si lo son. Por lo tanto son respaldados por lo citado por Dorantes (1992) donde reporta el rendimiento más alto con la aplicación de algaenzimas en el cultivo de cilantro.

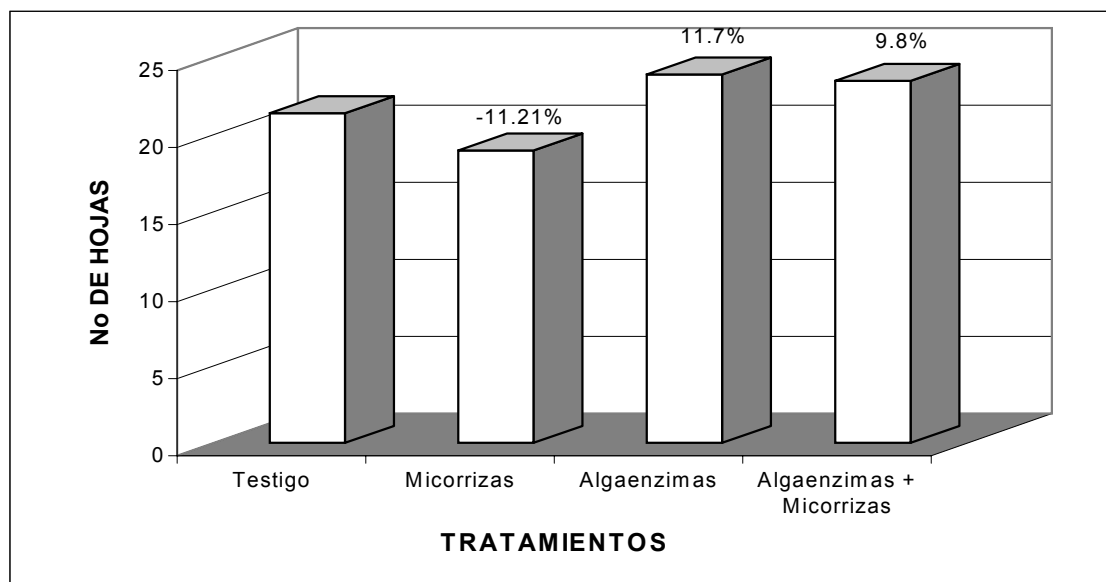


Figura 5. Número de hojas promedio al momento de la cosecha en el cultivo de coliflor con la aplicación de algaenzimas y micorrizas e incremento respecto al testigo en el ciclo otoño - invierno 1999 - 2000.

6. Rendimiento

En la realización del análisis de varianza para la variable de rendimiento por hectárea se obtuvo que no hubo una diferencia significativa entre tratamientos. En la comparación de medias realizada no hubo diferencia significativa entre tratamientos con lo que nos indica que los resultados en los diferentes tratamientos fueron similares. En el cuadro 4.6 se muestran las medias obtenidas de los diferentes tratamientos para la variable sobre rendimiento.

Cuadro 11. Variable sobre rendimiento.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (Kg/ha)
Testigo	30122,97
Micorrizas	27405,16
Algaenzimas	29640,55
Algaenzimas + Micorrizas	26940,1386
c.v	5,89%

Para esta variable el mejor tratamiento fue el testigo el cual fue superior a todos los tratamientos.

Cabe hacer mención que esta variable fue afectada por las bajas temperaturas, ya que no se midieron las cabezas que sufrieron daños por heladas y estas cabezas eran las más precoces y por lo tanto las de mayor tamaño.

Los resultados aquí obtenidos se contraponen por lo citado por Blunden y Wildgoose (1976) y Polovny (1971). Donde los primeros encontraron un incremento en la producción de papa, variedad King Edward; mientras el segundo observó un aumento de 17.1% en la producción de pepino.

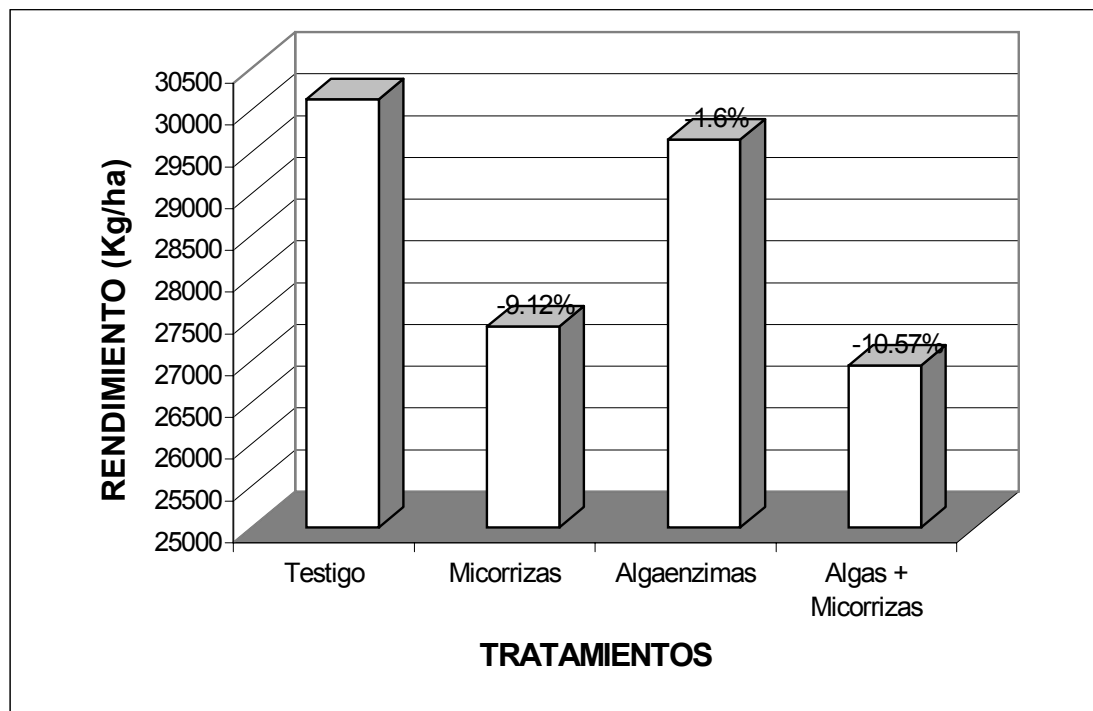


Figura 6. Rendimiento total en el cultivo de coliflor en ton/ha con aplicación de algaenzimas y micorrizas y porcentaje de aumento o disminución respecto al testigo. Ciclo otoño–invierno 1999-2000.

CONCLUSIONES

La aplicación de algaenzimas y micorrizas no tiene efecto sobre el rendimiento en el cultivo de coliflor.

La aplicación de algaenzimas si tuvo efecto en la calidad de cabeza en el cultivo de coliflor, aumentó el diámetro de cabeza, en un 3.24% respecto al testigo.

Las micorrizas sólo tuvieron un efecto favorable en el diámetro de tallo, siendo este mayor al testigo en un 3.15%.

La aplicación de algaenzimas y la combinación de algaenzimas más micorrizas incrementaron el desarrollo vegetativo dando mayor área foliar y número de hojas. El área foliar aumentó en un 20% en el tratamiento con algaenzimas.

RESUMEN

El trabajo se realizó en la propiedad privada El ojuelo, localizada al oriente de Ramos Arizpe. Durante el ciclo otoño – invierno de 1999 – 2000. Con el fin de evaluar el efecto de las algaenzimas y micorrizas sobre la calidad y rendimiento de coliflor.

Este experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar, se evaluaron cuatro tratamientos: testigo, micorrizas, algaenzimas y algaenzimas más micorrizas; con tres repeticiones cada una. A los resultados se les realizó un análisis de varianza (ANVA) y se hizo la comparación de medias por medio de la mínima diferencia significativa (DMS).

El mejor resultado para la variable peso de cabeza fue el testigo seguido por algaenzimas. Para el diámetro de cabeza el mejor fue con algaenzimas que fue superior al testigo donde si hubo diferencia significativa. Para el diámetro de tallo no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. En la variable de área foliar no hubo diferencia significativa pero numéricamente el mejor tratamiento fue con algaenzimas, seguido por algaenzimas más micorrizas.

Para la variable número de hojas no hubo diferencia significativa pero si una tendencia donde el mejor fue algaenzimas. La variable sobre rendimiento no hubo diferencia significativa pero sin embargo, el testigo dio los mejores rendimientos.

LITERATURA CITADA

- Abbott, L.K. and Robson, A.D. 1991. Field management of mycorrhizal fungi. In, The rhizosphere and plant growth. D.L. Keister and P.B. Cregan Eds. KluwerAcademic Publishers, Dordecht, the Netherlans p. 355-362.
- Abetz, P. and Young, C.L. 1983. The effect of seaweed extract sprays derived from *Ascophyllum nodosum* on lettuce and cauliflower crops.
- Biblioteca Práctica Agrícola Ganadera. 1985. Los Fundamentos de la Agricultura. Tomo I. editorial Oceanía, México, D.F.
- Bidwell, R.G.S. 1993. Fisiología Vegetal. Primera edición en español. Ed. AGT Editor. Primera Edición. México, D.F.
- Blunden, G. and D.L. Woods. 1969. Effects of Carbohydrates in seaweed fertilizers.
- Bolea, L.J. 1982. Cultivo de coles, coliflores y brocolis. Editorial SINTES S.A. Barcelona, España.
- Bujanos, M.R. ; A. Marín J.F. ; Galván C. y K. Byerly M. 1995. Manejo Integrado de la Palomilla Dorso de Diamante *Plutella xillostella* L. (Lepidoptera : YPONOMEUTIDAE) en el Bajío, México. SARH, INIFAP, PIAFEC, Asoc. De Procesadores de Frutas y vegetales A.C. 26 p.
- Canales, L.B. 1996. Las Algas en la Agricultura Orgánica. Primera Edición. Coahuila, México.

Casseres, e. 1981. Producción de Hortalizas. Tercera Edición, primera reimpresión. San José, costa Rica.

Castañón, C.M. 1993. Horticultura Manejo Simplificado. Primera Edición. Editorial UACH., México. 492.

cronquist, A. 1982. Introducción a la Botánica. De. Continental . p. 665.

Dorantes G. A. 1992. Respuesta del cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a diferentes dosis y formas de aplicación de Algas Marinas. Tesis de licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Edmond, J.B. ; Senn, T.L. y Andrews, F.S. 1985. Principios de Horticultura. Tercera Edición. Octava Reimpresión. Compañía Editorial Continental. S.A. de C.V. México. D.F.

Edmundo W. Sinnot y Katherine S. Wilson. 1963. Botánica, Principios y Problemas. C.E.C.S.A.

Francki, R.I.B. 1960. Manurial value of seaweeds: I Effects of *Pachymenia Himantophora* and *Dorviella antarctica* on meals on plant growth. P.I and soil.

García de M.E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen (adaptado a las condiciones de la República Mexicana). Cuarta Edición, México, D.F.

Gil, N.T y K.C. Vear (1965). Botánica Agrícola. Editorial. Acriba. España. Pag. 25-28.

- Hartman, T.H. y Kester, E.D. 1984. Propagación de Plantas. Editorial Continental. 3ª impresión. México.
- INEGI, 1997. Cultivos anuales de México. VII Censo Agropecuario. Talleres Gráficos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags., México.
- Krarup, C.I Moreira. 1998. Hortalizas de Estación Fría. Biología vy Universidad Cultural. P. Universidad Católica de Chile, URA, Facultad de Agronomía en Ingeniería Forestal, Santiago de Chile.
- Libner, N.I. 1992. Vegetable production An AVI Published by Van Nostrand Reinold, New York, USA. P. 382-394.
- Maroto, J.V. 1989. Horticultura Herbácea. Tercera Edición. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España.
- Metting, B. and W.R. Raybun. 1983. The influence of a micro algal conditioner on selected Washington. American Journal. 47 : 682-685.
- Montes, C.F. 1975. Guía para el cultivo de las Hortalizas en las zonas Bajas de Nuevo León. Edit. Por la facultad de Agronomía da la UANL. Boletín divulgativo No. 1 México.
- Mortensen E. y E.t Bullard. 1971. Horticultura tropical y Subtropical. Edit. Pax-Méx. México. Pag. 84.
- Morton, J.B. 1988. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi : Classification nomenclature, and identification. Mycotaxon 32 : 267-324.

Read, D.J. 1984. The structure and function of vegetative mycelium of mycorrhizal roots. P. 215-240. In D.H. Jennings and A.D.M. Rayner (de.) The ecology and Physiology of the fungal mycelium. Cambridge U. Press, New York.

Roger, P. A., Grant I.F. and Reddy, P.M. 1985. Blue-geen Algae in India Unpublished report on a visit to India Unternational Rice research Institute, los Baños, Philippines.

Rubatzky, V.E. and M. Yamaguchi. 1997. World Vegetables ; Principlies, Production and Nutritive Values. Second Edition. Edit. Chapman and Hall. Departament of Vegetable Crops, University of California, Davis, USA. P. 379, 397.

Splittstoesser, W.E. and J.E. Brown. 1991. Current Changes in Plasticulture For Crop Production. Proc. Nal. Agric. Plastics. Congress. 23 :241-251. Alabama University. Movile, Alabama.

Sylvia, D.M. 1990. Distribution, structure, and function of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. P. 144-167. In J.E. Box and L.H. Hammond (ed.) Rhizosphere Dynamics. Westview Press, Boulder, CO.

Temple, W.D. and Bomke AA (1989) Effects of Kelp (*Macrocystis integrifolia* and *Ecklonia maxima*) foliar applications on bean crop yield plant soil 117.

Valadez, L.A. 1998. Producción de Hortalizas. Editorial UTEHA, Noriega Editores. Octava Reimpresión. México, D.F.