



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**Evaluación del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla pers*) a
nueve distanciamientos de siembra en el municipio de
Coyotepec, Estado de México.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTA

URSUS EMERSON GONZÁLEZ SOTO

Asesor: M. en C. Oscar Horacio Guillén Ayala.

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.	i
RESUMEN.	ii
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.	4
3.1 Origen de la acelga.	4
3.2 Taxonomía y morfología.	4
3.3 Importancia del cultivo de la acelga a nivel nacional.	5
3.4 Requerimientos edafoclimáticos.	5
3.5 Valor nutricional y usos medicinales.	6
3.6 Variedades comerciales.	8
3.7 Distanciamientos de siembra.	9
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.	12
4.1. Sitio experimental.	12
4.2. Características del material utilizado.	12
4.3. Diseño experimental.	12
4.3.1. Factores de estudio.	13
4.3.2. Unidad experimental y parcela útil.	13
4.3.3. Variables de estudio	13
4.3.4. Toma de datos.	13
4.4. Manejo del cultivo.	14

	Página
4.4.1. Siembra.	14
4.4.2. Aclareo.	15
4.4.3. Abonado.	15
4.4.4. Riego.	15
4.4.5. Deshierbes y escardas	15
4.4.6. Plagas y enfermedades.	15
4.5. Cosecha.	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	16
VI. CONCLUSIONES.	25
VII. RECOMENDACIONES.	27
VIII. BIBLIOGRAFÍA.	28
IX. APÉNDICE.	32

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Contenido nutricional de la acelga por 100 g de porción comestible.	8
Cuadro 2.	Cuadrados medios (CM) del análisis de varianza para las variables estudiadas.	17
Cuadro 3.	Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para el factor distancia entre plantas (A) para las variables evaluadas.	18
Cuadro 4.	Coefficiente de correlación entre las variables evaluadas.	19
Cuadro 5.	Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para el factor distancia entre hileras (B) para las variables estudiadas.	20
Cuadro 6.	Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para efecto de la interacción distancia entre plantas (A) y distancia entre hileras (B) en las variables estudiadas.	24

RESUMEN

El Estado de México, es una de las entidades en donde se producen muchas hortalizas de hoja, una de ellas es la acelga (*Beta vulgaris var. Cicla pers*), pero en el caso de esta hortaliza es muy común el uso de prácticas culturales inadecuadas como la densidad de siembra, dejando distanciamientos poco espaciados, lo cual ha incidido en un bajo rendimiento de este cultivo, obteniendo hojas de menor porte, las cuales tienen una baja cotización económica en el mercado. Por lo que es indispensable enfocar con criterio técnico las densidades de siembra acorde a las características de esta hortaliza, que permitan a las plantas que con las distancias óptimas establezcan una mayor disponibilidad de nutrientes, luz y agua, lo cual incide a obtener un mayor número, peso y tamaño de hojas. En este trabajo se pretende dar alternativas para un manejo técnico adecuado en el cultivo de la acelga, buscando establecer una adecuada población de plantas por hectárea, de tal manera que permita optimizar las labores culturales, obteniendo plantas con hojas sanas, nutritivas, y libres de plagas y enfermedades, y así lograr altos rendimientos ofreciendo una alternativa en beneficio de la economía de los productores del municipio de Coyotepec, Estado de México. En este trabajo se empleo la variedad comercial Fordhook, en la cual se evaluó el efecto de nueve distanciamientos de siembra en cinco variables, para determinar el mejor distanciamiento entre plantas y entre hileras para el cultivo de acelga. Se utilizó un diseño factorial 3 x 3 con un arreglo de bloques completos al azar, resultando un total de 9 tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, evaluando las variables rendimiento, número de hojas por planta, altura de planta, longitud y ancho de hoja. De los resultados obtenidos se generaron las conclusiones de que no se presentó una diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, estableciendo que las distancias entre plantas e hileras a 0.30 m x 0.30 m presentaron los mejores promedios en todas las variables estudiadas, y que a dichas distancias implica una mayor densidad de siembra y por consiguiente de rendimiento, lo cual beneficia económicamente a los productores de la zona; y que la Fordhook está adaptada a las condiciones ambientales de la zona, presentando una buena respuesta al manejo de los tratamientos que se aplicaron al obtener una buena producción.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo que en los últimos años han tenido las hortalizas en México ha sido consecuencia entre otros factores del conocimiento cada día más preciso de la técnica de cultivo de cada especie de acuerdo con las marcadas diferencias de clima y suelo de nuestro país y de la demanda en los mercados de productos hortícolas de calidad.

El cultivo de la acelga (*Beta vulgaris var. Cicla pers*) se extiende por todo el país, no obstante las mayores superficies de producción se encuentran situados en las proximidades de los grandes centros de consumo. Las diferencias que se observan al comparar el rendimiento de la hortaliza de un estado con otro, obedecen a que el cultivo se encuentra determinado por la influencia de factores como el clima, la precipitación pluvial y su distribución durante el periodo de desarrollo del cultivo, así como la densidad de la siembra, disponibilidad de agua para riego, la calidad genética de las semillas, la diferencia en las tecnologías utilizadas por los productores, entre otros (García y Magaña, 2014).

El Estado de México, es una de las entidades en donde se producen muchas hortalizas de hoja, es muy común el uso de prácticas culturales inadecuadas como la densidad de siembra, dejando distanciamientos poco espaciados, así como la aplicación de fertilizantes en dosis no recomendadas, deshierbes inoportunos, falta de riego óptimo o el empleo de variedades poco productivas, todo lo cual ha incidido significativamente en el rendimiento de este cultivo, obteniendo hojas de menor porte las cuales tienen una baja cotización económica en el mercado regional o nacional (Aguado y del Castillo, 2000; García y Magaña, 2014).

En el caso particular de la acelga, una de las técnicas que merece especial atención, es la utilización de variedades que se adapten a las condiciones del medio, los cuales deben tener sistemas de siembra recomendables, tratando de esta forma buscar el máximo rendimiento por unidad de superficie, y al mismo tiempo mejorar la economía del agricultor, como es el caso de emplear adecuadas densidades de siembra, ya que la superficie que ocupa cada planta es de mucha importancia para que se efectúen los procesos relacionados a su desarrollo, caso contrario se reduce drásticamente. Por lo que es indispensable

enfocar con criterio técnico las densidades de siembra acorde a las características de esta hortaliza de crecimiento y producción por hectárea, que permitan a las plantas que con las distancias óptimas establezcan una mejor disponibilidad de nutrientes y competencia, lo cual incide a obtener un mayor número, peso y tamaño de hojas, lógicamente dependiendo de la variedad a utilizarse.

En este trabajo se recomendarán dar alternativas para un manejo técnico adecuado en el cultivo de la acelga, buscando establecer una adecuada población de plantas por hectárea, de tal manera que permita optimizar las labores culturales, una mayor disponibilidad de nutrientes y agua, obteniendo plantas con hojas sanas, nutritivas, y libres de plagas y enfermedades, y así lograr altos rendimientos, ofreciendo una alternativa en beneficio de la economía de los productores.

Con base en lo anteriormente mencionado, en este experimento se utilizó una variedad comercial de acelga y varias densidades de siembra, esperando determinar la mejor densidad que incida en mayores rendimientos y al mismo tiempo que sirva de guía a agricultores que se dedican o quieran dedicarse a la producción de esta hortaliza. Para lo cual se establecieron los siguientes objetivos

II. OBJETIVOS

1. Evaluar en una variedad comercial de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla pers*) el efecto de nueve distanciamientos de siembra en algunos componentes de rendimiento en el municipio de Coyotepec, Estado de México.
2. Determinar el mejor distanciamiento entre plantas y entre hileras del cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla pers*) con base al rendimiento de hojas.

HIPÓTESIS

1. La evaluación de diferentes distanciamientos de siembra incrementara los valores de los componentes de rendimiento evaluados en este trabajo.
2. El mejor distanciamiento entre plantas y entre hileras será donde se obtenga el mayor rendimiento de hojas.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen de la acelga.

Los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias (Alonzo, 2004), Parece ser que fueron los árabes quienes, a partir de la Edad Media, comenzaron a cultivarla y descubrieron las auténticas propiedades medicinales y terapéuticas de esta planta. Resulta curioso que la acelga, una verdura tan utilizada como planta medicinal desde hace siglos por árabes, griegos (Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV A.C.) y romanos, se considere en la actualidad una verdura ordinaria, de pobre categoría. Las razones de este desprestigio pueden obedecer a la facilidad de su cultivo o a su abundancia en el mercado. Su introducción en el continente americano tuvo lugar a principios del siglo XIX (Valadez, 2002).

3.2 Taxonomía y morfología.

Reino: Vegetal

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Orden: Centrospermae

Familia: Chenopodiaceae.

Género: *Beta*

Especie: *vulgaris* var. *cicla*

Nombre científico: *Beta vulgaris* L. var. *cicla*

Nombre común: Acelga.

(Terranova, 1995)

La acelga es una planta herbácea bianual cultivada como anual, con hojas grandes, de color verde brillante a amarillo claro. Su sistema radicular está formado por una raíz bastante profunda y fibrosa. Las hojas constituyen la parte comestible y son grandes de forma oval tirando hacia acorazonada; tiene un pecíolo ancho y largo, que se prolonga en el limbo; el color varía, según las variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro. Los pecíolos pueden ser de color blanco o crema, amarillento o incluso rojizo, según la variedad. Para que se presente la floración necesita pasar por un período de temperaturas bajas. El vástago floral alcanza una altura promedio de 1.20 m. La inflorescencia está compuesta por una larga panícula. Las flores son sésiles y hermafroditas pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres. El cáliz es de color verdoso y está compuesto por cinco sépalos y cinco pétalos. Las semillas son muy pequeñas y están encerradas en un pequeño fruto al que comúnmente se le

llama semilla (realmente es un fruto), el que contiene de 3 a 4 semillas (Maroto, 1995; Seymour, 1999; Martínez, 2003).

3.3 Importancia del cultivo de la acelga a nivel nacional.

El cultivo de la acelga tiene importancia en algunas zonas del centro del país debido a que su consumo en fresco es constante pues en el mercado está disponible todo el año. En los últimos años ha tenido lugar un ligero incremento de la producción (SIAP, 2014).

En el año 2014 el campo mexicano produjo un total de 8 179.85 toneladas en una superficie cosechada de 741.75 ha. 15 estados del país son los dedicados al cultivo de la acelga, siendo Puebla el estado con más superficie dedicada al cultivo con un total de 280.5 ha, mientras que el Estado de México ocupa el segundo lugar dedicando 86.7 ha a dicho cultivo, obteniendo un rendimiento de 11.61 ton ha⁻¹ (SIAP, 2015).

3.4 Requerimientos edafoclimáticos.

La acelga es una planta de clima templado, que crece bien con temperaturas medias; le perjudica bastante los cambios bruscos de temperatura. Las variaciones bruscas de temperatura, cuando las bajas siguen a las elevadas, pueden hacer que se inicie el segundo periodo de desarrollo, la floración la planta (Martínez, 2003).

La planta se congela cuando las temperaturas son por debajo de -6 °C. Sufre fuertes daños por heladas sucesivas, aún cuando no sean tan profundas, y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de 5 °C por encima de cero. En el desarrollo vegetativo las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de 6 °C y un máximo de 27 a 33 °C, con un rango óptimo entre 15 y 25 °C. Las temperaturas de germinación están entre 5 °C la mínima y 30 a 35 °C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22 °C (Serrano, 1999; Aguirre, 1998).

La humedad relativa está comprendida entre el 60 y 90% en cultivos en invernadero. No requiere excesiva luz, perjudicándole cuando ésta es elevada, si va acompañada de un aumento de la temperatura. Florece en días que presentan un fotoperiodo de 12 horas de luz en adelante (Ospina, 1998).

La acelga es un cultivo que debido a su gran masa foliar necesita en todo momento mantener en el suelo un estado óptimo de humedad, ya que para obtener una hortaliza de buena calidad no conviene que la planta presente síntomas de deshidratación (Alonzo, 2004).

En algunas regiones tropicales y subtropicales se desarrolla bien, siempre y cuando esté en zonas altas y puede comportarse como perenne debido a la ausencia de invierno marcado en estas regiones (López, 2006).

La acelga necesita suelos de consistencia media; crece mejor cuando la textura tiende a ser arcillosa, que cuando es arenosa. Requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación. Es un cultivo que soporta muy bien la salinidad del suelo, resistiendo bien a cloruros y sulfatos, pero no tanto al carbonato sódico. Requiere suelos alcalinos, con un pH óptimo de 7.2, creciendo en buenas condiciones en los comprendidos entre 5.5 y 8.0, no tolerando los suelos ácidos (Bianchini, 1989; Giaconi y Escaf, 2004; Aguirre, 1998).

3.5 Valor nutricional y usos medicinales.

Es una hortaliza con cantidades pequeñas de carbohidratos, proteínas y grasas, dado que su mayor peso se lo debe a su elevado contenido en agua. Por ello resulta una planta poco energética, aunque constituye un alimento rico en nutrientes reguladores, como ciertas vitaminas, sales minerales y fibra. Sus hojas más externas son las más vitaminadas. Tiene numerosas aplicaciones medicinales y alimenticias, por ser refrescante, digestiva, laxante y diurética (Pamplona, 2003).

En la acelga, el mineral más abundante es el potasio; sin embargo, esta verdura destaca por su mayor contenido en magnesio, sodio, yodo, hierro y calcio (Nuez *et al.*, 2002).

El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso para la actividad muscular normal. Interviene también en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. (Pamplona, 2003).

El magnesio se relaciona con el funcionamiento del intestino delgado, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante (Nuez *et al.*, 2002).

El yodo es un mineral indispensable para el buen funcionamiento de la glándula tiroidea, que produce las hormonas tiroideas. Éstas intervienen en numerosas funciones metabólicas, como el mantenimiento de la temperatura y metabolismo corporal. Asimismo, el yodo es esencial para el crecimiento del feto y en el desarrollo de su cerebro (Mejias, 2010).

Por su escaso valor energético constituye un alimento idóneo para preparar platos de verduras, recomendables en especial, para quienes siguen una dieta de adelgazamiento. Por su alto contenido de ácido fólico, es una opción fundamental en la alimentación de la mujer embarazada (Martínez, 2003).

Por su riqueza en fibra presenta propiedades laxantes, por lo que previene o mejora el estreñimiento (Mejias, 2010).

Por su abundante contenido en agua y potasio, resulta diurética, lo que es beneficioso en un buen número de afecciones, como la hipertensión, retención de líquidos y oliguria (producción escasa de orina) (Martínez, 2003).

En la acelga destaca la presencia de ácido oxálico, que tiene la capacidad de formar en el intestino un complejo con minerales como el calcio y el hierro que impide su absorción. Esta misma sustancia es la responsable de que la acelga se recomiende consumir con moderación a quienes tienen tendencia a formar cálculos renales; sin embargo, para que se formen cálculos de oxalato, la cantidad ingerida de esta sustancia debe ser considerable, y además la mayor parte de ácido oxálico desaparece al desechar el agua de cocción de esta verdura (Calvillo, 2007).

La falta de hierro o de ácido fólico se relaciona con distintos tipos de anemia. En la acelga sobresalen estos nutrientes, lo que hace que sea interesante para incluirla en caso de anemia. Si se toma cruda en ensalada, su contenido natural en vitamina C favorece la absorción de hierro (Martínez, 2003).

Cuadro 1. Contenido nutricional de la acelga por 100 g de porción comestible.

Componente	Acelga (hojas) (100 g)	
	a	b
Agua (%)	90	91.1
Proteína (g)	2.4	2.4
Carbohidratos (g)	4.3	4.6
Grasas (g)	0.2	0.3
Fibra (g)	1.0	0.8
Cenizas (g)	2.1	1.6
Calcio (mg)	112.0	88
Fosforo (mg)	52	39
Hierro (mg)	2.90	3.2
Vitamina A (UI)	1.800	6.500
Tiamina (mg)	0.07	0.06
Riboflavina (mg)	0.15	0.17
Niacina (mg)	0.40	0.5
Acido ascórbico (mg)	30	3.2
Calorías (cal)	12	25
Sodio (mg)	201	147
Potasio(mg)	547	550

Fuente: Martínez, 2003 (a); Nuez *et al.*, 2002 (b)

3.6 Variedades comerciales.

Según Amoroso (1984) y Aparicio (1998), dentro de las variedades de acelga hay que distinguir las características siguientes:

- Color del peciolo: blanco o amarillo.
- Color de la hoja: verde oscuro, verde claro, amarillo.
- Grosor del peciolo.
- Tamaño y grosor de la hoja.
- Ondulación del limbo.
- Resistencia a la aparición de la flor.
- Recuperación rápida en corte de hojas.
- Precocidad.

Serrano (1999), Amoroso (1984) y Alonzo (2004), mencionan que el material vegetal que se encuentra en el mercado no es muy numeroso y se puede encuadrar en tres grupos:

- Amarilla de Lyon. Hojas grandes, onduladas, de color verde amarillo muy claro. Pecíolo de color blanco muy puro. Producción abundante. Resistencia a la aparición de la flor. Muy apreciada por su calidad y gusto.
- Verde con pecíolo blanco Bressane. Hojas muy onduladas, de color verde oscuro. Pecíolos muy blancos y muy anchos. Planta muy vigorosa, por lo que el marco de plantación debe ser amplio. Variedad muy apreciada.
- Otras variedades: Verde pecíolo blanco R. Niza, Paros y Fordhook Giant. Siendo la mayoría de las variedades que hoy se comercializan selecciones de estos cultivares originarios.

La elección de la variedad está marcada por el mercado, normalmente acelgas de tipo verde para el mercado en fresco, aunque también se utilizan variedades de hoja amarilla, sobre todo cuando se recolectan como mata pequeña. En la agroindustria se emplean exclusivamente variedades de hoja verde (Alonzo, 2004).

3.7 Distanciamientos de siembra.

Seymour (1999), establece que la siembra se hace en surcos espaciados entre 40 y 45cm, como la semilla de remolacha, las de acelga dan origen a muchas plantas que hay que aclarar con el fin de respetar un intervalo de 30 a 40cm entre las plantas de una hilera.

Valadez (2002), señala que la siembra directa requiere de aclareo cuando las plantas tienen 3 o 4 hojas. Se realiza en cada golpe de siembra, dejando una sola planta. Estas plantas se eliminarán cortándose con ayuda de una navaja o tijera para evitar el desarraigar a la que se desea que permanezca en cultivo.

Maroto (2008), indica que la acelga se siembra a 10 cm de distancia una de otra en líneas separadas por 30 cm entre sí. También se puede sembrar en bandejas o macetas pequeñas, durante 30 a 40 días, para luego trasplantar cada 30 cm entre plantas en el surco.

Se pueden obtener poblaciones de 86 000 plantas por hectárea, con distancia entre surco de 30 a 40 cm a hilera sencilla y 50 a 60 cm a hilera doble y entre plantas de 30 a 35 cm (Manuel, 2002).

Si el cultivo se realiza ocupando todo el espacio del suelo del invernadero, entonces se ponen franjas lo más anchas posible, solapándose unas con otras y cubriendo todo el suelo, con una distancia entre plantas de 25 cm. En la acelga se utiliza normalmente la siembra directa, colocando de 2 a 3 semillas por golpe, distantes 0.35 m sobre líneas espaciadas de 0.4 a 0.5 m, ya sea en surco sencillo o doble (Maroto, 1995).

Según Serrano (1996), La siembra de la acelga se realiza normalmente de forma directa, colocando de 2 a 3 semillas por golpe sobre el surco, distanciados unos 30 o 40 centímetros. En una hectárea se pueden plantar unas 86 000 plantas, utilizando unos 8 o 10 kilos de semilla, y el cultivo viene a durar de 50 a 70 días.

Los distanciamientos de siembra dependen del clima, condiciones del suelo y de la variedad. La densidad entre plantas varía de 40 000 hasta 80 000 plantas por hectárea. La distancia entre hileras depende principalmente del cultivar siendo los más aptos los espacios de 0.30 a 0.40 m y 0.30 m entre plantas (Roque, 2008).

Los distanciamientos de siembra están íntimamente ligados con la variedad y la época de siembra, por esta razón la anchura entre hilera oscila entre 0.30 m a 0.40 m y el distanciamiento entre plantas está ente 0.30 y 0.35 m, acorde a la región donde se siembre (Ospina, 1998).

Domínguez (1998), propone que la siembra puede hacerse directa o por transplante, ambos métodos son adecuados. La preferencia por uno u otro está determinada por factores locales y por la importancia que se le asigne al cultivo. Cuando la siembra es directa La profundidad de la siembra oscila entre 0.5-1.0 cm dependiendo de las condiciones del suelo y de riego. Colocando de 2 a 3 semillas por golpe, distantes 0.35 m sobre líneas espaciadas de 0.4 a 0.5 m, ya sea en surco sencillo o doble.

López (2006), comenta que la densidad de cultivo de la acelga depende del tipo de recolección que se vaya a hacer. Si el destino del cultivo es una recolección continuada en el tiempo cortando hojas, se plantan 7 plantas/m² para posibilitar un espacio suficiente tanto para el cultivo, como para una recolección adecuada y cómoda.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Sitio experimental.

El trabajo se llevó a cabo en el municipio de Coyotepec, Edo. de México, cuya ubicación geográfica es 99° 10' 16" Longitud Oeste y 19° 45' 00" Latitud Norte, a una altitud de 2,303 metros sobre el nivel del mar. El clima es C(w) templado subhúmedo con lluvias en verano y frío en invierno, con una precipitación media

anual de 579.9 mm, y una temperatura promedio anual de 16 °C. La topografía del sitio es plana en general. El suelo es medianamente profundo de textura media y color marrón grisáceo oscuro (CONAGUA, 2014).

4.2. Características del material utilizado.

Se utilizó semilla de acelga, de la variedad comercial "Fordhook", que es utilizada en la zona por los agricultores. Algunas características que presenta esta variedad son: hojas arrugadas, borde crespado, color verde oscuro, de peciolo blanco; la variedad puede ser cultivada en cualquier época del año; su ciclo vegetativo es de 60 días a madurez comercial (Flores, 2007).

4.3. Diseño experimental.

El experimento se realizó mediante un diseño factorial 3 x 3, en un arreglo de bloques completos al azar, para un total de nueve tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones, para tener un total de 36 unidades experimentales.

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \sigma_j + (\alpha \times \sigma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación

μ = Media general

β_k = Efecto del bloque

α_i = Efecto del factor distancia entre plantas (A)

σ_j = Efecto del factor distancia entre hileras (B)

$(\alpha \times \sigma)_{ij}$ = Interacción de los factores (A) y (B)

ε_{ijk} = Error experimental

4.3.1. Factores de estudio.

Los factores con sus respectivos niveles fueron los siguientes:

a) Factor Distancia entre plantas (A).

Niveles:

A1: 0.30 m

A2: 0.35 m

A3: 0.40 m

b) Factor distancia entre hileras (B).

Niveles:

B1: 0.30 m

B2: 0.35 m

B3: 0.40 m

4.3.2. Unidad experimental y parcela útil.

La unidad experimental se constituyó de una cama de 4.0 m de largo por 1.20 m de ancho. Toda la unidad se consideró como la parcela útil.

4.3.3 Variables de estudio.

Se registraron las siguientes variables respuesta:

REND = rendimiento (*expresado en kg*)

NHP = número de hojas por planta

AP = altura de planta (*expresado en cm*)

LH = longitud de hoja (*expresado en cm*)

AH = ancho de hoja (*expresado en cm*)

4.3.4 Toma de datos.

Para evaluar las variables rendimiento (REND), número de hojas por planta (NHP), altura de planta (AP), longitud de hoja (LH) y ancho de hoja (AH), al momento de la cosecha (60 días después de la siembra) se realizó un muestreo de cinco plantas elegidas al azar y que tuvieran competencia completa por repetición para cada tratamiento.

Con todos los datos se realizaron un análisis de varianza y se efectuaron pruebas de comparación múltiple de medias utilizando la prueba de Tukey con probabilidad del 5% ($p = 0.05$), así como correlaciones. El programa estadístico que se empleó fue el SAS (1999).

Al combinar los niveles de los dos factores se obtuvieron los siguientes tratamientos:

No. de Tratamiento	Tratamiento	Distancia entre plantas (m)	Distancia entre hileras (m)
1	A1B1	0.30	0.30

2	A1B2	0.30	0.35
3	A1B3	0.30	0.40
4	A2B1	0.35	0.30
5	A2B2	0.35	0.35
6	A2B3	0.35	0.40
7	A3B1	0.40	0.30
8	A3B2	0.40	0.35
9	A3B3	0.40	0.40

4.4 Manejo del cultivo.

4.4.1 Siembra.

La siembra fue directa y se efectuó el día 21 de septiembre de 2014, colocando tres semillas por golpe de acuerdo a las distancias de los tratamientos, posteriormente se procedió a tapar con una capa fina de tierra con el objeto de evitar obstáculos físicos que impidieran a la plántula tener una buena emergencia, además de contribuir a conservar la temperatura y evitar la formación de costra que retrasara su emergencia. La semilla finalmente quedó a una profundidad de 1 cm aproximadamente. Estas labores se llevaron a cabo en la forma manual.

4.4.2 Aclareo.

Se efectuó a los 30 días después de la siembra, cuando las plántulas ya contaban con tres o cuatro hojas verdaderas dejando una sola planta por golpe.

4.4.3. Abonado.

Se aplicaron 9.0 kg/m² de estiércol seco de bovino al momento de preparar el terreno dos semanas antes de la fecha de siembra. No se aplicó fertilización química durante todo el ciclo vegetativo de la hortaliza.

4.4.4 Riego.

Se aplicó un riego seis días antes de la fecha de siembra. Durante el cultivo se proporcionaron seis riegos, aplicando un riego cada semana. Se presentó un breve período de lluvias casi al final del ciclo vegetativo a los 50 después de la siembra, por lo que no fue necesario continuar regando.

4.4.5 Deshierbes y escardas.

Se hicieron de manera conjunta a los 25, 36 y 49 días después de la siembra.

4.4.6 Plagas y enfermedades.

No se presentaron problemas de insectos plaga y enfermedades.

4.5 Cosecha.

Para todos los tratamientos la cosecha fue de forma manual cortando las hojas con un cuchillo bien afilado y se realizó a los 60 después de la siembra, considerando que la planta entera tuviera un tamaño comercial de entre 0.75 y 1 kg de peso, tomando en cuenta como indicador visual la longitud de las hojas (25.0 cm) y su coloración, considerando que son características que se manejan los mercados para el consumo humano.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los objetivos del presente trabajo fue establecer el efecto de nueve distancias de siembra para determinar el mejor distanciamiento entre plantas y entre hileras y su respuesta en una variedad comercial de acelga a fin de establecer el mejor rendimiento.

La variedad Fordhook tuvo un buen comportamiento bajo las condiciones ambientales en las que se llevó a cabo el experimento, mostrando una tolerancia a temperaturas bajas.

El periodo de germinación se inicio en el momento de la siembra, el cual se prolongó por un tiempo aproximado de diez días. Para presente caso, se estableció que el porcentaje de emergencia llegó al 84 % en la variedad Fordhook; al respecto Casseres (2004) menciona que, la emergencia está influenciada por la temperatura, humedad y aspectos fisiológicos de la planta, a su vez Serrano (1996) afirma que, el porcentaje de emergencia para acelga es de 80 % y que la duración de la germinación y emergencia es de 8 a 9 días el cual fue confirmado.

En la fase del desarrollo de hojas verdaderas se observó la aparición de la primera hoja verdadera a los 20 días de manera uniforme en las plántulas presentándose una temperatura que oscilo entre 18 y 22 °C. Se debe destacar que la semilla de acelga es poligermica y que, de cada una de ellas emergen varias plantas. A partir de los 39 días, las plantas tenían de cinco a seis hojas verdaderas (Flores, 2007).

El criterio de cosecha fue la longitud de hoja el cual ocurrió a los 60 días, esta longitud, en general, fue de 25 centímetros, lo cual concuerda con lo afirmado por Valadez (2002), quien indica que este cultivo requiere un ciclo de 62 días hasta la cosecha.

5.1 Análisis de varianza.

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, el cual se puede apreciar en el cuadro2, donde se presentan los cuadrados medios (CM) de las variables estudiadas. Se observa que para todas las variables se presentó una diferencia estadística significativa ($p = 0.05$) en las fuentes de variación, a excepción de la fuente bloque (BLO) que no presento diferencia estadística para las variables número de hojas por planta (NHP) y longitud de hoja (LH).

Cuadro 2. Cuadrados medios (CM) del análisis de varianza para las variables estudiadas.

Fuente de variación	GL	REND	NHP	AP	LH	AH
Factor A	2	5478.4*	65.237*	89.078*	37.322*	13.369*
Factor B	2	185.0*	0.748*	1.982*	0.200*	0.745*
BLO	3	19.0*	0.573	0.765*	0.118	0.108*
(A) x (B)	4	189.4*	2.697*	0.649*	0.326*	0.208*
Error	24	25.5*	1.024*	0.507*	0.323*	0.052*

* Diferencia estadística de $p = 0.05$.

5.2 Comparación de medias con la prueba de Tukey.

Se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey ($p = 0.05$) para todas las variables evaluadas con el propósito de conocer la influencia de los factores distancia entre plantas (A) y distancia entre hileras (B).

5.2.1 Factor distancia entre plantas (A).

Para el factor (A), en el cuadro 3 se puede apreciar que todas las variables respondieron a las tres distancias entre plantas mostrando que no hubo diferencia estadística significativa ($p = 0.05$). Los resultados se asemejan a los obtenidos por Manuel (2002) y López (2006), quienes mencionan que la respuesta similar puede explicarse con base a que no hubo competencia de nutrientes, agua, espacio y luminosidad entre plantas lo que proporciono un efecto favorable para estimular el crecimiento de las plantas de acelga.

Para el caso de la variable rendimiento (REND), Pérez (1997) menciona que el aumento en el rendimiento puede deberse a incrementos en la longitud de la hoja (LH) y ancho de hoja (AH), situación que se presentó en este trabajo, ya que en conjunto las variables AP, NHP, LH y AH, contribuyeron a tal respuesta, mostrando una correlación positiva con REND (Cuadro 4).

En el cuadro 3, la no significancia estadística para la variable REND, en los tres distanciamientos se puede atribuir a un aumento en la tasa de crecimiento del limbo (Torres, 2006), así como a un incremento en el tejido de los peciolo, tal como lo mencionan Pérez (1997) y Roque (2008). Sin embargo, no puede

descartarse la posibilidad de que el proceso de alargamiento peciolar y del limbo esté influenciado, en parte, por un incremento en tamaño y número de células, tal como fue observado por Patlax (2013).

También en el cuadro 3, se observa que para la variable altura de planta (AP), las tres distancias fueron estadísticamente iguales, pero el mayor crecimiento se observó en plantas distanciadas a 0.30 m, lo que concuerda con lo reportado por Ospina (1998) y Roque (2008). Este crecimiento se debió a la poca competencia que existió entre las plantas lo que estimuló el crecimiento de éstas, y los tallos se vuelven más largos. También una consecuencia de este crecimiento de la planta se debió a una mayor distribución de nutrientes a los puntos de crecimiento, diferenciación y desarrollo, lo que también favoreció el número de hojas por planta (NHP).

El comportamiento de las variables longitud de hoja (LH) y ancho de hoja (AH), en los tres niveles, aunque fueron estadísticamente iguales, influyeron en un mayor REND, pero se observa que los mayores promedios se obtuvieron con el tratamiento A3 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para el factor distancia entre plantas (A) para las variables evaluadas.

Factor (A)	REND	NHP	AP	LH	AH
A1	151.2 a	9.2 a	55.1 a	25.2 a	9.7 a
A2	149.5 a	9.0 a	54.6 a	24.6 a	9.4 a
A3	150.2 a	9.1 a	54.8 a	24.9 a	9.2 a

Valores con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales ($p = 0.05$).

Cuadro 4. Coeficiente de correlación entre las variables estudiadas.

	NHP	AP	LH	AH
REND	0.767*	0.855*	0.791*	0.783*
NHP		0.762*	0.782*	0.822*
AP			0.866*	0.821*
LH				0.897*

* Diferencia estadística de $p = 0.05$.

5.2.2 Factor distancia entre hileras (B).

En el cuadro 5, se puede observar los resultados de las variables estudiadas por efecto del factor distanciamiento entre hileras (B). Se presenta que todas las variables respondieron a las tres distancias no mostrando una diferencia estadística significativa ($p = 0.05$); sin embargo, el distanciamiento B1 fue el obtuvo los promedios más altos para todas las variables.

En el caso de la acelga no se encontraron muchos antecedentes para determinar la presencia de algún efecto positivo que influyera en las variables que se evaluaron. Cabe mencionar que la mayoría de las plantas de los tratamientos, presentaron en el follaje un color verde oscuro normal, lo que permite inferir que la época en que se llevó a cabo el crecimiento del cultivo y bajo las condiciones en que se realizó el experimento, causaron un efecto significativo en las plantas. Algunas plantas manifestaron una decoloración temporal (verde pálido), la cual fue desapareciendo durante el crecimiento de su ciclo vegetativo.

La mayoría de las plantas mostraron un porte erecto, la manifestación de esta característica es posible que se deba a un efecto en el pecíolo, explicable en parte por lo establecido por Aguado y Del Castillo (2000), Flores (2007) y López (2006), ya que en este trabajo se observó una notable continuación de la erección peciolar por las nervaduras centrales de las hojas de acelga. Ahora bien, la permanencia de la erección antes mencionada, es probable se deba a un incremento en el contenido de fibra peciolar, tal como lo menciona Calvillo (2007).

Cuadro 5. Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para el factor distancia entre hileras (B) en las variables estudiadas.

Factor (B)	REND	NHP	AP	LH	AH
B1	123.5 a	9.0 a	51.7 a	23.1 a	8.6 a
B2	122.1 a	8.8 a	51.3 a	22.9 a	8.3 a
B3	122.8 a	8.7 a	51.0 a	22.9 a	8.1 a

Valores con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales ($p = 0.05$).

5.2.3 Interacción distancia entre plantas (A) x distancia entre hileras (B).

En el cuadro 6, se puede apreciar la respuesta de las variables evaluadas por efecto de la interacción de los factores (A) y (B), en donde de manera general, se observa que todas las variables mostraron una respuesta estadísticamente no significativa ($p = 0.05$) a la interacción de los dos factores; sin embargo, el tratamiento A1B1 presentó los mejores promedios para las variables REND, NHP y AP con 158.8, 10.1 y 55.1, respectivamente. También para la variable AP, el tratamiento A1B3 tuvo el mayor promedio con 55.1. Para las variables LH y AH, el tratamiento A1B2 manifestó los promedios más altos con 25.4 y 9.8, respectivamente.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran como el nivel con menor distancia entre plantas (A1), y sin considerar una menor o mayor distancia entre hileras, presenta los rendimientos más altos; esto indica que la menor distancia entre plantas es la ideal para sembrar, tal como fue observado por Dominguez (1998), Ospina (1998), Manuel (2002) y Roque (2008). Por otra parte, es posible que los incrementos en la variable REND se relacionen con lo encontrado por Roque (2008) que menciona que la optimización de una densidad de siembra se incrementa la producción de acelgas debido a que se produce un incremento en la actividad celular lo que repercute en que la planta pueda absorber una mayor cantidad de nutrientes del suelo; aunque en este trabajo no se aplicaron fertilizantes químicos, ya que la fertilización fue con abono orgánico pudo repercutir en un mayor rendimiento. Para esta variable los tratamientos antes mencionados, estadísticamente, producen el mismo resultado y se puede emplear cualquiera de ellos, pero desde un punto de vista práctico es más

conveniente aplicar el tratamiento A1B1 porque se obtiene una mayor densidad de población de plantas y por consiguiente un mayor rendimiento.

En este trabajo, también se considera que el aumento en REND pudo deberse a incrementos en el ancho de la hoja (AH) y longitud de la hoja (LH) que mostraron mejores promedios para el nivel de una distancia de 0.30 m (A1), y que en conjunto pudieron contribuir a tal respuesta, ya que muestran una correlación positiva con el REND (Cuadro 4). Se considera que las correlaciones observadas, en gran parte se deben a que las distancias entre plantas e hileras manejadas en este trabajo causaron en las plantas un simultáneo crecimiento de órganos vegetativos, por lo que es probable que los fotosíntatos formados fueron canalizados a puntos de demanda para el crecimiento en el ancho de hoja (AH) y longitud de la hoja (LH) (Torres, 2006).

Con lo anterior, se puede corroborar que la variedad que se maneja en este trabajo, respondió de manera igual a todos los tratamientos, y esto también puede atribuirse a que el cultivar tuvo buen comportamiento en su ciclo vegetativo de acuerdo a las condiciones ambientales que prevalecieron en el experimento y al manejo agronómico que se llevó a cabo con las plantas de acelga.

Domínguez (1998), señala que la cosecha de la acelga puede hacerse de dos formas, bien recolectando la planta entera cuando tenga un tamaño comercial de entre 0.75 y 1 Kg de peso, o bien recolectando manualmente las hojas a medida que estas van teniendo un tamaño óptimo. La longitud de las hojas es un indicador visual del momento de la cosecha (25 cm), siendo el tiempo otro parámetro.

Para la variable número de hojas por planta (NHP) (Cuadro 5), se determinó que la interacción de los factores (A) y (B) no reportaron diferencias estadísticas ($p = 0.05$). El tratamiento A1B1, tuvo un promedio un poco superior con un valor de 10.1 en comparación con los demás tratamientos. Posiblemente este comportamiento similar se deba al potencial genético de la variedad, y por la influencia de las distancias que evitan una competencia por una mayor disponibilidad de agua, luz y nutrientes, lo que provocó una mayor número de hojas por planta, tal como lo expresa Seymour (1999).

Fisiológicamente es posible que para esta variable los resultados obtenidos se deban a una activación en los procesos metabólicos de las plantas, por los cuales, el número y tamaño de células vegetales se llevan a cabo en un tiempo menor que el normal dando como resultado un incremento en el número de hojas por planta, como en parte lo señalan Torres (2006) y Patlax (2013).

Para la variable altura de planta (AP), en el cuadro 6, se observan los valores correspondientes a esta variable, donde las interacciones de los dos factores no presentaron diferencias estadísticas. Pero se pudo obtener que las distancias entre plantas de 0.30 m (A1) con las distancias entre hileras a 0.30 m (B1) y 0.40 m (B3) establecieron las mayores alturas como se mencionó anteriormente. Aunque no existe una similitud de los distanciamientos de hileras, y de acuerdo a lo mencionado por Ospina (1998), se considera que estos distanciamientos están íntimamente ligados con la variedad empleada y la época de siembra, y por esta razón la distancia entre hileras y entre plantas no influyeron en esta característica.

López (2006), encontró un mayor altura de planta con distancias menores reportando que un incremento en el peciolo influye en una mayor altura de planta.

Cabe mencionar que en la fecha de cosecha, en todos los tratamientos las plantas presentaron un porte erecto, y dicha característica se conservó durante todo el ciclo vegetativo, y esto coincide con lo que menciona Casseres (2004) con respecto a la variedad Fordhook señalando que es muy vigorosa con un crecimiento erguido, lo cual se refleja en la altura de la planta.

En las variables longitud de hoja (LH) y ancho de hoja (AH), tampoco se presentó una diferencia estadística en la interacción entre los factores, pero revisando el cuadro 6, se puede observar que el tratamiento A1B2 presentó un promedio ligeramente superior para ambas variables con 25.4 y 9.8, respectivamente. Se considera que la igualdad estadística puede atribuirse a características propias de la variedad, ya que este cultivar presenta hojas grandes y erguidas, tal como lo afirma Tiscornia (2001). En el caso de LH, también hay que considerar que influyó la longitud del peciolo, como lo señala López (2006) que indica que la longitud del peciolo para hortalizas de hoja en general es una respuesta genética y del medio ambiente.

Por último, los resultados obtenidos indican que la variedad Fordhook respondió adecuadamente a los distanciamientos de siembra y a las condiciones del ambiente, destacando que el tiempo al momento de cosecha fue el adecuado, ya que las hojas de acelga, si bien cumplían con la longitud mínima de 25 cm de longitud indicada por Flores (2007) para la cosecha, estos no tenían la hoja bien desarrollada, pero si cumplen con los requisitos exigidos por el mercado en cuanto a longitud y ancho de hoja, también mostraron un pecíolo largo.

Cuadro 6. Comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey para efecto de la interacción distancia entre plantas (A) y distancia entre hileras (B) en las variables estudiadas.

TRATAMIENTO	REND	NHP	AP	LH	AH
A1 B1	158.8 a	10.1 a	55.1 a	25.2 a	9.7 a
A1 B2	157.0 a	9.8 a	54.7 a	25.4 a	9.8 a
A1 B3	156.5 a	9.9 a	55.1 a	24.9 a	9.6 a
A2 B1	155.0 a	9.7 a	53.9 a	24.1 a	9.1 a
A2 B2	157.1 a	10.0 a	53.7 a	23.8 a	9.0 a
A2 B3	156.3 a	9.9 a	54.8 a	25.0 a	9.5 a
A3 B1	154.9 a	9.7 a	53.4 a	24.7 a	9.1 a
A3 B2	155.6 a	9.8 a	54.1 a	23.9 a	9.4 a
A3 B3	156.7 a	10.0 a	54.8 a	25.0 a	9.3 a

Valores con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales ($p = 0.05$).

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se establecen las siguientes conclusiones:

Se cumplieron los objetivos planteados en este trabajo, ya que en las distancias de siembra evaluadas, se observó que existe una clara relación estadística en cuanto a las variables estudiadas que beneficio al cultivo de acelga fundamentalmente en su rendimiento.

Se aceptan las hipótesis planteadas, es decir que la evaluación de los diferentes distanciamientos de siembra incremento los valores de los componentes de rendimiento evaluados en este trabajo; y el mejor distanciamiento entre plantas y entre hileras que fue 0.30 m x 0.30 m, donde se obtuvo el mayor rendimiento de hojas.

El trabajo contribuyó a seleccionar el mejor tratamiento de distanciamiento entre plantas e hileras para obtener un alto rendimiento y calidad para el cultivo de acelga en el municipio de Coyotepec, Estado de México lo que permite mejorar la eficiencia de los sistemas de producción locales.

Aunque no se presentó una diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, se pudo establecer que las distancias entre plantas e hileras a 0.30 m x 0.30 m presentaron los mejores promedios en todas las variables estudiadas.

Los requerimientos de mano de obra fueron iguales para todos los tratamientos, pero las distancias entre plantas e hileras de 0.30 m x 0.30 m implica una mayor densidad de siembra y por consiguiente de rendimiento, lo cual es bueno económicamente hablando para los productores de la zona.

La variedad Fordhook está adaptada a las condiciones ambientales de la zona y también tuvo buena respuesta al manejo de los tratamientos que se aplicaron al obtener una buena producción.

La mejor respuesta de la variedad Fordhook fue con la distancia entre plantas e hileras de 0.30 m x 0.30 m que reportó un aceptable rendimiento y una buena calidad de hoja para satisfacer una adecuada oferta para su comercialización.

VII. RECOMENDACIONES

Con base a las conclusiones efectuadas, se recomienda:

Debido a que la acelga es una hortaliza que tiene poca información técnica en México, se presenta un desconocimiento del manejo técnico del cultivo en cuanto a poblaciones de siembra en forma correcta. Para el caso del municipio de Coyotepec, Estado de México se recomienda sembrar a distancias entre plantas e hileras a 0.30 m x 0.30 m, utilizando la variedad comercial Fordhook.

Realizar investigaciones utilizando estas distancias entre plantas e hileras, sobre aplicaciones de fertilización orgánica, edáfica y foliar para el ciclo otoño-invierno en esta zona.

Efectuar estudios sobre las necesidades hídricas de este cultivo.

Es necesario elaborar una guía técnica sobre el cultivo de acelga para esta zona del Estado de México, y que esté disponible para los agricultores que la requieran.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Aguado, G. y J. A. Del Castillo. 2000. Producción de acelga en condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 126 p.

Aguirre, J. S. (1998). Horticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 121-125.

Alonzo, A. 2004. Producción de col, coliflor, acelga, apio y lechuga. Folleto de divulgación técnica. Coordinación de centros regionales. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

Amoroso, M. 1984. Horticultura, guía práctica, Edición, Diagro. Madrid, España. pp: 129-133.

Aparicio, V E. 1998. Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la provincia de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla. 356 p.

Bianchini, R. 1989. Cultivos orgánicos en la Argentina. Ed. Ahedos. Buenos Aires, Argentina. pp: 75-85.

Calvillo, S. E. L. 2007. Variedades de acelga para la agroindustria. Tesis de licenciatura. Departamento de Agroindustrias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 77 p.

Casseres, C. (2004). Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. p 170.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) 2014. Disponible en: www.conagua.gob.mx/climatologia/reporte/Anual (Fecha de consulta: 15 de enero de 2015).

Domínguez, 1998 Biblioteca de la Agricultura. 2ª Edición. Editorial Lexus. Barcelona, España. pp: 167-170.

Flores, S. A. J. 2007. Efecto de frecuencias de poda en dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) en ambiente protegido. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 112 p.

García, B. A. C. y N. Magaña L. 2014. Programa Integral de Desarrollo Rural. Componente de Agricultura Familiar Periurbana y de Traspatio. Carta Tecnológica Número 1. Cultivo de Acelga. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D. F. pp: 10-20.

Giaconi, V. y M. Escaf. 2004. Cultivo de hortalizas. 2ª ed. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp: 15-16.

López, M.R. 2006. Comportamiento de las acelgas (*Beta vulgaris*) a bajas temperaturas. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León. 98 p.

Manuel, G. A. 2002. Tecnologías orgánicas aplicadas a una agricultura autosuficiente en San Martín de las Pirámides, Estado de México. Tesis de licenciatura. Departamento de Desarrollo Rural. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 117 p.

Maroto, J. 1995. Horticultura herbácea especial. 3a ed. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 119-130.

Maroto, J. 2008. Elementos de horticultura general. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 201-216.

Martinez, A. L. 2003. Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible. Tesis de licenciatura. Departamento de Agroindustrias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 113 p.

Mejías, J. A. 2010. Nuevas oportunidades económicas para el aumento del valor de las frutas y hortalizas. Tesis de licenciatura. Departamento de Economía. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 89 p.

Nuez, F., M. Leiva, J. Valcárcel y V. Soler. 2002. Colección de semillas de acelga del centro de conservación y mejora de la agrobiodiversidad Valenciana. Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid, España. 75 p.

Ospina, C. 1998. Guía práctica de Horticultura. Editorial Trillas. México, D.F. pp: 43-56

Pamplona, J. 2003. El poder medicinal de los alimentos. Editorial Aedos. Barcelona, España. pp: 15-22.

Patlax, M. O. 2013. Té de lombricomposta y solución nutritiva en la producción de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) en invernadero con sistema de raíz flotante. Tesis de licenciatura. Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 80 p.

Pérez, F. G. 1997. Proyecto piloto de hortalizas en huertos demostrativos de unidades de salud y huertos familiares en Oriental, Puebla. Tesis de licenciatura. Departamento de Desarrollo Rural. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 100 p.

Roque, G. A. 2008. Implementación de un sistema de riego por goteo para el cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla L.*) en Huexotla, Texcoco, México. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 92 p.

Serrano, Z. A. 1996. Cultivo de hortalizas en invernadero. Editorial Aedos. Barcelona, España. pp 129 – 136.

Serrano, Z. A. 1999. Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Editorial Aedos. Barcelona, España. pp: 36-38.

Seymour, A. 1999. El Horticultor autosuficiente. 2ª Edición. Editorial Aedos. Barcelona, España. pp: 34- 65.

SIAP. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2014. SAGARPA. México. Disponible en: www.siap.gob.mx/index (Fecha de consulta 23-julio-2015).

Statistical Analysis System (SAS) User`s guide. 1999. Versión 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Terranova, D. (1995). Enciclopedia de Horticultura. Tomo I. Editorial Limusa. México, D. F. pp. 406-407.

Tiscornia, J. R. (2001). Multiplicación de plantas, Hortalizas de hoja. Editorial Albatros. Madrid, España. pp. 208.

Torres, M. M. 2006. Evaluación agronómica del cultivo de acelga (*Beta vulgaris*. L. var. *cicla*) con la utilización de tres bioestimulantes en tres dosis diferentes. Tesis de licenciatura. Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 95 p.

Valádez, A. 2002. Producción de Hortalizas. 3era. Edición. Editorial Limusa. México, D. F. pp: 33 – 34.

IX. APÉNDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable rendimiento (REND).

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor (A)	2	12326.3	4108.8	161.14	0.000
Factor (B)	2	370.0	185.0	7.26	0.002
BLO	3	56.9	19.0	0.74	0.534
(A)*(B)	4	1136.2	189.4	7.43	0.000
Error	24	841.4	25.5		
Total	35	14129.6			

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta (NHP).

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor (A)	2	146.78	48.92	47.76	0.000
Factor (B)	2	1.49	0.74	0.73	0.490
BLO	3	1.71	0.57	0.56	0.646
(A)*(B)	4	16.18	2.69	2.63	0.034
Error	24	33.80	1.02		
Total	35	186.68			

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable altura de planta (AP).

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor (A)	2	200.42	66.80	131.65	0.000
Factor (B)	2	3.96	1.98	3.91	0.030
BLO	3	2.29	0.76	1.51	0.231
(A)*(B)	4	3.89	0.64	1.28	0.294
Error	24	16.74	0.50		
Total	35	220.59			

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable longitud de hoja (LH).

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor (A)	2	83.97	27.99	86.64	0.000
Factor (B)	2	0.40	0.20	0.62	0.544
BLO	3	0.35	0.11	0.37	0.778
(A)*(B)	4	1.95	0.32	1.01	0.436
Error	24	10.66	0.31		
Total	35	94.04			

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable ancho de hoja (AH).

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor (A)	2	30.08	10.02	192.38	0.000
Factor (B)	2	1.49	0.74	14.30	0.000
BLO	3	0.32	0.10	2.08	0.122
(A)*(B)	4	1.25	0.20	4.01	0.004
Error	24	1.72	0.05		
Total	35	33.67			
