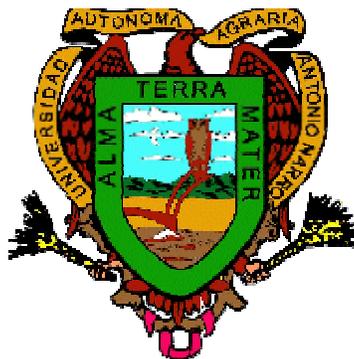


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO ”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Análisis de crecimiento en tres variedades de cilantro
Coriandrum sativum L.**

Por:

FRANCISCO MARTÍNEZ AVILÉS

TESIS

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

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

**Buenavista Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2003**

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

**Análisis de crecimiento en tres variedades de cilantro
Coriandrum sativum L.**

TESIS

Presentada por:

FRANCISCO MARTÍNEZ AVILÉS

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
Como Requisito Parcial para obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada

Presidente del Jurado

Asesor

Dr. José Hernández Dávila

Dra. Margarita Murillo Soto

Asesor

Asesor

Dr. Valentín Robledo Torres

M.C. Alberto Sandoval

Rangel

Coordinador de la División de Agronomía

M.C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo Coahuila, Mayo de 2003

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las dos personas más importantes de mi vida a mis padres:

Félix Octavio Martínez Rendón.

Reina Avilés Díaz.

Con mucho cariño y respeto por inculcarme las cosas buenas de la vida, y por todo el sacrificio que hicieron posible para la realización de mi carrera profesional.

A mis hermanos:

Octavio Martínez Avilés.

Guadalupe Martínez Avilés.

Por el apoyo que me brindan en esta vida y por ser buenos hermanos y además por dar a mis padres la satisfacción de ser excelentes estudiantes.

También, dedico humildemente este trabajo y agradeciéndoles su confianza de realizar este sueño a mis abuelos y tíos (as):

Al igual dedico a mi esposa **Maria del Rosario Guardiola Sandoval**, por su comprensión y apoyo y por estar en esos momentos difíciles y felices de mi vida.

Con mucho cariño va dedicado a todas esas personas que incondicionalmente me apoyaron en todo momento durante mi estancia en la ciudad de Saltillo, así como en la ciudad de Torreón, y también a todas las familias cercanas que me brindaron su amistad y confianza y en especial a :
La familia Peña Berino y Sra. Margarita y esposo.

También dedico este pequeño trabajo a compañeros y amigos sin excepción alguna a: José Manuel, Lucio, Luis Antonio, Marcos, Francisco V., Arturo, Cesar, Tomas, Lulú y al igual que a todos los paisanos del Edo. Morelos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la dicha de concluir mis estudios y sobre todo la carrera profesional y también por esos pequeños momentos que inmerecidamente me has permitido disfrutar y por que dejás que hoy escale un peldaño más de los muchos que faltan.

A Don “**ANTONIO NARRO RODRÍGUEZ**”, por esa voluntad de que las personas de escasos recursos tengan la dicha de realizar una carrera profesional y ayudar a los demás.

Gracias a la “**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**” por darme oportunidad de ser parte de ella y por todas esas facilidades que me otorgo para ser un profesional.

Agradezco al **Dr. José Hernández Dávila**, su gran apoyo, empeño y tiempo dedicado para realización de este trabajo y contribuir con un granito de arena y formar parte de la inmensa montaña de información.

Agradezco a la **Dra. Margarita Murillo Soto**, por su participación y colaboración en la revisión de este trabajo de investigación.

Agradezco al **M.C. Alberto Sandoval Rangel**, por su colaboración y consejo para la revisión de este trabajo.

Agradezco al **Dr. Valentín Robledo Torres**, por colaboración y participación en este trabajo de Tesis.

Gracias a los profesores de todas las materias que comprenden a la carrera de Horticultura al igual que a todas las personas que laboran en el Departamento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDO	I
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
1.1 Objetivo	2
1.2 Hipótesis	2
<u>II. REVISIÓN DE LITERATURA</u>	<u>3</u>
2.1. Generalidades del Cultivo	3
2.1.1 Origen e Historia	3
2.1.2 Clasificación Botánica	4
2.1.3 Descripción Botánica	4
2.1.3.1 Raíz	4
2.1.3.2 Tallo	4
2.1.3.3 Hoja	4
2.1.3.4 Flor	4
2.1.3.5 Fruto	5
2.1.3.6 Semilla	5
2.1.4 Requerimientos del cultivo	5
2.1.4.1 Suelo	5
2.1.4.2 El Agua	5
2.1.4.3 Nutrientes	5
2.1.4.4 Temperatura	6
2.1.4.5 Fotoperíodo	6
2.1.5 Antecedentes	7

III. MATERIALES Y METODOS	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 Área Foliar y Peso Seco	16
4.2 Relación entre Valores Primarios	17
4.3 Curva Sigmoide de Crecimiento	18
4.4 Tasa de Crecimiento del Cultivo	19
4.5 Tasa Relativa de Crecimiento	20
4.6 Tasa Relativa de Crecimiento Foliar	22
4.7 Tasa de Asimilación Neta	24
4.8 Duración de Área Foliar	26
4.9 Relación de Área Foliar	28
V. CONCLUSIONES	30
VI. BIBLIOGRAFÍA	31
VII. APÉNDICE	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Relación lineal entre el Peso Seco y el Área Foliar del Cilantro en el genotipo American Long Standing.17
2. Sigmoide de crecimiento en el genotipo American Long Standing de Cilantro. I fase exponencial, II fase lineal, III fase de senilidad18
3. Tasa de Crecimiento del Cultivo en tres genotipos de Cilantro.20
4. Tasa Relativa de Crecimiento Foliar en tres genotipos de cilantro.22
5. Tasa Relativa de Crecimiento Foliar en tres genotipos de cilantro.23
6. Tasa de Asimilación Neta en tres genotipos de cilantro.26
7. Duración de Área Foliar en tres genotipos de cilantro.28
8. Relación de Área Foliar en tres genotipos de cilantro.29

Resumen

En las siembras comerciales de cilantro *Coriandrum sativum* prevalece el genotipo Marroquí; sin embargo, cada vez hay más variedades disponibles para la siembra sin información que permita predecir su comportamiento. Es por esto que en el Noreste de México, se estableció un trabajo en el período primavera – verano del 2002, donde los genotipos de cilantro American Long Standing, Lídder y Marroquí se evaluaron con un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones, con el objetivo de analizar y describir matemáticamente su crecimiento. Las variables medidas fueron Área Foliar y Peso Seco; con estas variables, se estimó la relación que existe entre ellas, las curvas de crecimiento de los genotipos y seis índices fisiotécnicos. Los resultados mostraron que el genotipo Lídder fue superior en un 56.25 % en Área Foliar y en Peso Seco en un 52.31 %, con respecto, al genotipo American Long Standing; entre el Área Foliar y el Peso Seco del cilantro existe una relación proporcional y a través del tiempo describen una curva sigmoide de crecimiento. La Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) y la Duración de Área Foliar (DAF), mostraron tendencia creciente a través del tiempo. La Tasa Relativa de Crecimiento (TRC), Tasa Relativa de Crecimiento Foliar (TRCF) y la Relación de Área Foliar (RAF), mostraron tendencia decreciente a través del tiempo. La Tasa de Asimilación Neta (TAN) se incrementó hasta un valor máximo a los 30 dds y posteriormente disminuyó.

Palabras clave: ***Coriandrum sativum*, variedades, índices fisiotécnicos.**

I. INTRODUCCIÓN

Las hortalizas inciden de manera importante en la actividad exportadora y son una fuente importante de divisas para nuestro país, tanto en productos frescos como en la parte agroindustrial. En el 2000 México fue el décimo exportador en el mundo de productos agroalimentarios, destacando entre los principales productos mango, sandía, papaya, melón aguacate, limón y fresa. Así mismo existen otros productos que han participado crecientemente en las exportaciones del sector, tales como garbanzo, nueces, chícharos, café, miel y jugo de tomate. Por otra parte datos interesantes que muestran la gran importancia de las exportaciones, en el año 2001 son los recursos generados por las exportaciones agroalimentarias que ascendieron a 71 millones de pesos, cabe mencionar que a partir de 1996 a la fecha las tasas de crecimiento promedio anual han aumentado de 4.4 % y 7 %, esto refleja que el 45 % del valor total de las exportaciones agroalimentarias mexicanas provienen del sector frutas y hortalizas. (SAGARPA. 2003).

Dentro del sector de frutas y hortalizas encontramos al cilantro, que es una planta hortícola que en nuestro país se emplea en varias formas, principalmente se usa su follaje para consumo en fresco como condimento en una gran variedad de platillos, en otros países como Asia y Europa se utiliza para la Agroindustria en la fabricación de productos farmacéuticos debido a la extracción de los aceites de las semillas de las plantas de cilantro.

En nuestro días, para producir hortalizas se emplean paquetes tecnológicos desarrollados para los cultivos de mayor demanda como las Solanáceas, Cucurbitáceas etc, donde se tiene un alto costo de producción, por ello es necesario conocer la relación que guardan la planta y el medio ambiente, una herramienta útil es el análisis de crecimiento, el cual describe el comportamiento del crecimiento de una planta basándose en índices fisicotécnicos. En el caso del cilantro, la liberación de nuevas variedades de alguna manera, a obligado a los investigadores a realizar trabajos donde se pueda describir su crecimiento y en función de estos resultados poder decidir si estas nuevas variedades son susceptibles de desplazar en las siembras comerciales a los genotipos ahora en uso.

Considerando lo anterior, se planteo el siguiente:

OBJETIVO

Analizar y describir cuantitativamente el crecimiento de tres genotipos de cilantro, por medio de una función logística específica y basándose en índices fisicotécnicos y determinar el mejor genotipo de cilantro para siembras comerciales.

HIPÓTESIS

Los genotipos de cilantro muestran diferencias en su crecimiento

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO

2.1.1 Origen e Historia.

El nombre de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) deriva del griego Coris (chinche), en referencia al aroma parecido que desprende del fruto inmaduro de la planta Mc. Millan, citado por Barbosa, (1994). Su nombre común varía de acuerdo al lugar y al idioma, por ejemplo en español es cilantro o culantro, en Italiano coriandolo, en Francés coriandro, en Alemán koriander y en inglés es llamado coriander (García,1959). Se dice que es procedente de Europa Meridional, encontrándose espontáneamente en algunas regiones españolas; al igual que los chinos desde el año a.C. usaban su raíz y su semilla, también mencionan que algunas semillas fueron encontradas en tumbas de dinastías Egipcias en siglo XXI.

Esta especie fue introducida a América por los Normados en 1670 vía Massachussets EE.UU, de donde se extendió por todo el continente para ser cultivado ampliamente en Perú y Paraguay (Neri, 1975). En México ha mostrado una amplia adaptación; sin embargo, solo en algunos estados es donde se cultiva de manera comercial.

2.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.

Reino.....Vegetal
División..... .Angiospermae

Clase..... . Dicotiledoneae
 Subclase.....Archichlamidae
 Orden..... .Umbelliflorae
 Familia..... .Apiaceae
 Género.....*Coriandrum*
 Especie..... .*sativum* L.

2.1.3 **DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.**

2.1.3.1 **Raíz:** El sistema radicular que presenta el cilantro es fino y sencillo, su raíz principal es muy delgada que posee una cantidad variable de pelos radicales, por estas características se hace difícil su transplante (Santiago, 1993).

2.1.3.2 **Tallo:** Según (García, 1959), el cilantro tiene tallos dicotómicos y verticales ramosos, que miden de 60 – 70 cm. Además, los tallos son cilíndricos, suaves, extendidos y que por ser herbáceos contienen una gran cantidad de agua (Carballo, 1998).

2.1.3.3 **Hoja:** Los tallos sostienen hojas muy divididas, las inferiores son de foliolos más anchos y algo redondeados y las superiores son largas muy estrechas con divisiones lineales (García, 1959). Santiago (1993), menciona que la mayoría de las hojas son de color verde intenso, aunque en ocasiones pueden ser verde-amarillo; son dos veces aladas y desiguales, los foliolos inferiores son anchos, ovales y provistos de lóbulos dentados y los foliolos superiores están divididos en dos o tres segmentos largos y estrechos.

2.1.3.4 **Flor:** (Tamaro, 1921), son de color blanco o ligeramente rosadas, que se agrupan en una umbela compuesta al final del tallo. Cada tallo tiene tres a cuatro umbelas y cada una de ellas está formada por seis a nueve flores que

están compuestas de cinco sépalos, cinco pétalos, cinco estambres y un pistilo (Carballo, 1998).

2.1.3.5 **Fruto:** El fruto de la planta del cilantro es un esquizocarpo, de color amarillo oscuro, globoso y esta formado por dos pequeñas mitades semiesféricas acopladas una contra la otra. Tiene estrías con pequeños conductos que contienen aceite. Cada fruto contiene dos semillas (García, 1959).

2.1.3.6 **Semilla:** Santiago, (1993) menciona que las semillas tienen capacidad de germinar, y solo es necesario dejarlas que se sequen a la sombra por lo menos tres meses después de la cosecha, puede permanecer viable hasta ocho años. Es una especie que en forma diploide ($2n$) presenta un número cromosómico de $n=20$ o 22 .

2.1.4 **Requerimientos del Cultivo.**

2.1.4.1 **Suelo:** García, (1995) menciona que el cilantro es un cultivo que no exige condiciones especiales de suelo, aunque sí hay cierta preferencia hacia los suelos ligeros y profundos. Para obtener altos rendimientos se recomiendan suelos ligeros, profundos, fértiles, de mediana consistencia y ricos en materia orgánica, al igual que un pH ligeramente ácido (Morales, 1987).

2.1.4.2 **El Agua:** Estudios básicos, Savchuk, (1977) indica que el cilantro puede llegar a producir de 1800-2000 kg/ha de semilla aún con precipitaciones de 250-300 mm durante el ciclo de cultivo. Además, Morales, (1987) reporta que la mejor lamina de riego para este cultivo en la región del sur de Coahuila fue de 350.9 mm con que se lo obtuvieron 31.1 ton/ha de follaje fresco.

2.1.4.3 **Nutrientes:** Las hortalizas exigen mas elementos nutritivos y las que son cultivadas para ser consumidas por sus hojas requieren mayor cantidad de nitrógeno y menos en fósforo y potasio, mas que en aquellas que se cultivan por su inflorescencia.

2.1.4.4 **Temperatura:** Es uno de los factores climáticos más importantes en el cultivo de las hortalizas y el que mas influye sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Este factor tiene una influencia directa en la velocidad de la división celular, actividad fisiológica que se desarrolla entre 5 y 30 ° C y que esta íntimamente ligada al período de crecimiento de los cultivos. Además, es determinante en los procesos de fotosíntesis, respiración y acumulación de azúcares y almidones. Por tanto la fotosíntesis y la respiración son inhibidas a altas temperaturas (Taiz *et. al.*, 1991).

2.1.4.5 **Fotoperíodo:** La luz proceso que interviene en el crecimiento de las plantas, el fotoperíodo capacita a la planta para responder a la duración del período de luz del día, de manera que florece en un época específica del año, determinada por las horas luz de los días, que junto con la vernalización son los dos mecanismos más importantes que determinan el tiempo que debe transcurrir hasta la floración (Bidwell, 1990).

Devlin, (1982) estableció que el fotoperíodo se define como respuesta de la planta a la longitud relativa de los periodos de luz y oscuridad; la intensidad, composición y la cantidad total de luz recibida son características

que influyen sobre la magnitud de la respuesta, también menciona que las horas de oscuridad son mucho más importantes que la duración del período de luz.

2.1.5 Antecedentes.

En los últimos años, el conocimiento sobre el cultivo y manejo de las hortalizas ha tenido un amplio desarrollo; sin embargo, en el caso específico del cilantro *Coriandrum sativum* L. aún no se han perfeccionado las técnicas de producción presentándose problemas que afectan su crecimiento. En México, el cilantro se cultiva en una superficie de 5000-9500 ha; la mayor cantidad se siembra en otoño-invierno y el genotipo que predomina en el Noreste de México es el Marroquí, con un 90 % de la superficie total (SAGAR, 2000). En el mercado cada vez hay más variedades disponibles para la siembra de esta hortaliza. Estos nuevos genotipos no vienen acompañados de información que permita predecir su comportamiento en una determinada región; y como lo reporta Poehlman, (1986), cuando una variedad se introduce a una zona de producción, puede estar genéticamente menos adaptada que en la zona climática donde usualmente se produce, este enunciado coincide con Ortiz, (1991), quién estableció que no todos los genotipos responden de igual manera al estímulo ambiental, señalando que la adaptación y tolerancia de las plantas a las condiciones de luz y temperatura están determinadas genéticamente.

En la producción de hortalizas es necesario entender las relaciones que hay entre la planta y el medio ambiente ya que la ontogenia de una planta,

esta determinada por las características genéticas y por el efecto de los factores ambientales (Mohr *et al.*, 1995). Procesos como la ramificación, el tamaño y la forma de las hojas, el alargamiento de los entrenudos y la fijación fotosintética de bióxido de carbono (CO₂), son controlados fotoperiódicamente (Mohr *et al.*, 1995; Sivori *et al.*, 1980).

Para entender las relaciones entre la planta y su entorno, una herramienta útil es el análisis de crecimiento, que ha utilizado modelos tales como los de Gompertz, Von Bertalanffy, el Logístico y otros, los cuales cuantifican tanto la producción primaria como la eficiencia con la que esta se produce (Rojas, 1974; Hunt, 1982 y Clarke *et al.*, 1984). La técnica, fue propuesta originalmente por Blackman en 1919. Radford, (1977) y Beadle, (1988) la definieron como el conjunto de técnicas y modelos empleados para el estudio cuantitativo del crecimiento de las plantas y publicaron los índices en los cuales se apoya dicho análisis. Por su parte, Bidwell, (1974) señaló que los modelos matemáticos, a menudo deben ser desarrollados para una situación particular. Sivori *et al.*, (1980) citaron que la tasa relativa de crecimiento es constante durante la fase exponencial y declina progresivamente durante el resto de la vida del individuo; probablemente, por que a medida que aumenta la edad de la planta, se va haciendo cada vez menor la proporción de tejidos meristemáticos con respecto a los tejidos vasculares de protección.

Algunas aplicaciones del análisis de crecimiento fueron reportadas por Hedge, (1987), quién señaló que el objetivo del cálculo de las funciones de

crecimiento, es explicar como un cultivo responde a un medio ambiente dado. Según Pérez *et. al.*, (1994), cuando existen alteraciones en algún factor externo a lo largo del ciclo de vida de las plantas, su curva de crecimiento irá separándose paulatinamente de la curva teórica esperada u obtenida en un ambiente específico. Así, Salisbury *et. al.*, (1994) reportaron que cultivos como tomate, fresa, pepino y melón muestran curvas sigmoides de crecimiento; en cambio, los cultivos de vid, frambuesa y olivo muestran curvas doble sigmoides. Estos investigadores Russell *et al.*, (1984) determinaron que las funciones tasa de crecimiento del cultivo (TCC), relación de área foliar (RAF) y tasa de acumulación neta (TAN), se incrementan con la temperatura y el flujo de luz dentro de un rango específico para un cultivo dado; en cambio, Causton, (1991) al trabajar con diversas especies para determinar la TRC, encontró que en col de bruselas y girasol, este índice no cambió a través del tiempo, aunque en tomate y trigo sí lo hizo, disminuyendo su valor. Por su parte, Asensio *et.al.*, (1973) trabajando en *Phaseolus vulgaris* establecieron que la eficiencia fotosintética (EF) de una planta de frijol, depende de la RAF y de un número elevado de hojas por planta, aunque paralelamente, origina una disminución en los valores de la TAN por hoja.

Wallace *et.al.*, (1985) al trabajar con frijol, indicaron que las variedades más productivas fueron las que alcanzaron los valores mas altos de área foliar. Otro reporte señaló que la EF decrece durante las primeras etapas del crecimiento, ocasionado posiblemente por la alta producción y competencia entre hojas (Maeda, 1986).

En *Sechium edule*, Valverde *et.al.*, (1985) concluyeron que el chayote es una planta de rápido crecimiento, y que probablemente por las condiciones de cultivo, mostró una baja TAN. En girasol, Pérez *et. al.*, (1992) determinaron que la TRC inició con valores entre 125-140 $\text{mg}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ y bajaron hasta valores cercanos a cero a los 100 días después de siembra (dds). El comportamiento de la TAN fue similar al de la TRC con valores entre 0.2 y 0.3 $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$. La tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF) inició con valores de 125-150 $\text{cm}^2\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ y los sostuvo hasta los 50 dds, enseguida sus valores disminuyeron hasta llegar casi a cero a los 90 dds.

En cambio, Serrato *et al.*, (1998) al trabajar con cempoalxóchitl, determinaron valores de 17 $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ en la TAN, con un comportamiento bajo al inicio del ciclo, creciente hasta llegar a un máximo y finalmente disminuir. La tendencia de la TRC fue similar a la de la TAN con valores entre 0.0-0.25 $\text{mg}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$. En su trabajo con *Gypsophila paniculata*, Medina *et. al.*, (1993) reporta que la TAN declina en algunas especies, especialmente cuando la importancia relativa de la respiración aumenta durante la producción de nuevas hojas, para descender durante la época de proliferación de tallos florales.

Hernández, (2003) al estudiar el crecimiento del cilantro que la TCC, TAN y DAF mostraron tendencias ascendentes hasta llegar a un máximo y luego decrecen. Los valores fueron 25 a 540 $\text{mg}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$, 0.35 a 2.55 mg

$\text{cm}^{-2} \cdot \text{día}$ y 18 a $255 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$, respectivamente, los índices TRCF y RAF y RAF disminuyeron su valor a traves del tiempo con valores de 0.097 a 0.015 $\text{cm}^{-2} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$ y 0.66 a $0.02 \text{ cm}^2 \cdot \text{mg}^{-1}$. la TRC mostró valores sostenidos de $0.135 \text{ mg} \cdot \text{mg}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$, hasta los 59 dds y luego su valor fue menor con $0.002 \text{ mg} \cdot \text{mg}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en primavera – verano del 2002 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los genotipos de cilantro American Long Standing, Lídder y Marroquí fueron establecidos en un diseño

experimental de bloques al azar con seis repeticiones. Las dimensiones de la unidad experimental fueron 1.5 m de longitud y 1.1 m de ancho y, constó de seis surcos a 25 cm de separación entre ellos y un metro de longitud. Para realizar los muestreos de material vegetal se consideraron tres metros lineales. El procedimiento fue el siguiente:

1. El terreno se barbecho y se rastreo. Se formaron las camas de siembra con longitud de 10.25 m, ancho de 1.10 m y altura aproximada de 15 cm.
2. El sistema de riego fue por goteo (cintilla T-tape con goteros a 30 cm de separación entre ellos). Se regó cada tercer día por 3 horas.
3. La semilla se pesó en balanza granataria y fue depositada en sobres de papel. Se hicieron surcos de 1.25 centímetros de profundidad y se sembró a “chorrillo” el 10 de mayo de 2002, colocando la semilla de manera uniforme y se tapó con tierra.

Para evaluar el comportamiento de los genotipos se midieron las siguientes variables: a) Área foliar y peso seco: Se realizaron de ocho muestreos que se realizaron a los 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60 dds. Se cosechó la parte aérea de las plantas con competencia completa en 10 cm de surco. Se seleccionaron cinco plantas representativas que fueron procesadas para medir el área foliar a través de un integrador electrónico modelo LI-3000 (LI-COR, USA). Posteriormente las plantas se secaron en estufa a temperatura de 60 – 70 °C durante 72 horas y se pesaron en balanza analítica. Los datos generados fueron sometidos a análisis de varianza siguiendo un diseño de bloques completos al azar y en su caso, se realizó la comparación de medias

según Tukey (Little y Hill, 1985). b) Relación entre valores primarios: con los datos de campo de área foliar y peso seco, se determinó la relación que existe entre ellos al ser analizados mediante regresión simple. La variable dependiente fue el peso seco y la independiente fue el área foliar. c) Curva de crecimiento: los datos de campo de área foliar y materia seca fueron usados en un modelo logístico para determinar el tipo de curva que describe el crecimiento de este cultivo. d) Índices fisiotécnicos: Primero, con los datos de área foliar y peso seco y el modelo logístico específico para cilantro Hernández, (2003) se estimaron las constantes β_0 , β_1 , β_2 ; éstas se usaron para calcular los valores estimados de área foliar y peso seco. El modelo fue el siguiente:

$$Y = e^{\beta_0 X} / 1 + \beta_0 e^{\beta_1 + \beta_2 X}$$

Donde: Y = Variable (Área Foliar ó Peso Seco)

X = Días después de la siembra

β_0 , β_1 , β_2 = Constantes

(se usó el programa computacional Statistica de Stat Soft Inc. 1993). Segundo, con los datos estimados de área foliar y peso seco se construyeron seis índices fisiotécnicos por tratamiento y repetición. Las fórmulas utilizadas para estimar los índices de tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF), tasa de asimilación neta (TAN), duración de área foliar (DAF) y relación de área foliar (RAF), fueron:

$$TCC = \frac{(W_2 - W_1)}{(t_2 - t_1); \text{mg.día}^{-1}}$$

$$\text{TRC} = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{(t_2 - t_1); \text{mg.mg}^{-1}.\text{día}^{-1}}$$

$$\text{TRCF} = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{(t_2 - t_1); \text{cm}^2.\text{cm}^{-2}.\text{día}^{-1}}$$

$$\text{TAN} = \frac{(W_2 - W_1)(\ln A_2 - \ln A_1)}{(A_2 - A_1)(t_2 - t_1); \text{mg.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}}$$

$$\text{DAF} = \frac{(A_2 - A_1)(t_2 - t_1)}{2; \text{cm}^2.\text{día}^{-1}}$$

$$\text{RAF} = A/W; \text{cm}^2.\text{mg}^{-1}$$

Donde: W_1 y W_2 = peso seco al tiempo 1 y 2, respectivamente

A_1 y A_2 = área foliar al tiempo 1 y 2, respectivamente

t_1 y t_2 = tiempo 1 y 2, respectivamente

\ln = logaritmo natural.

Tercero, éstos índices fueron sometidos a análisis de varianza y en los casos en que se detectaron diferencias significativas a comparación de medias según Tukey ($p \leq 0.01$). Cuarto, se construyeron gráficas utilizando los promedios de cada índice fisiotécnico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Área Foliar y Peso Seco.

Estas variables se sometieron a análisis de varianza; los resultados en cada fecha de muestreo, mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) excepto, para la evaluación a los 25 dds. En el Cuadro 1 se presenta la comparación de medias para estas variables, se puede observar que la acumulación de área foliar fue significativamente superior en el genotipo Lídder en la mayoría de los

muestreos realizados excepto, a los 25 dds donde, los genotipos no fueron significativamente diferentes a ($P \leq 0.01$). El genotipo Lídder fue superior aproximadamente, en 50.27, 63.10, 50.11, 59.33, 57.73, 57.33 y 55.93 %, en los muestreos a los 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60 dds, en comparación con el genotipo American Long Standing, el en la mayoría de los muestreos, fue el que menor área foliar acumuló. Es decir en promedio, el genotipo Lidder fue 56.25 % superior al genotipo American Long Standing y aproximadamente en el mismo porcentaje al genotipo Marroquí, en su capacidad para acumular área foliar durante el ciclo del cultivo. Estos resultados muestran que el genotipo Lidder puede ser buen productor de follaje; quizá esto justifica el hecho de que este genotipo pueda desplazar al genotipo Marroquí en las siembras de esta hortaliza. En el caso de la variable peso seco, es posible la misma comparación donde el genotipo Lídder fue superior y estadísticamente diferente a ($p \leq 0.01$) al genotipo American Long Standing, aproximadamente en 62.28, 61.13, 37.83, 49.36, 65.39, 44.90 y 45.29 % respectivamente, en los mismos muestreos citados para el área foliar. Es decir en promedio, el genotipo Lídder fue 52.31 % superior al genotipo American Long Standing en su capacidad para acumular materia seca durante el ciclo del cultivo.

4.2 Relación entre Valores Primarios.

Los datos de peso seco y área foliar de los genotipos de cilantro se sometieron a un análisis de regresión; los resultados indicaron que existe una relación lineal con un 95 % y con una de confianza y con $R^2 = 0.931$, por tanto

permitieron seleccionar las fórmulas propuestas por Radford (1976), Hunt (1982) y Beadle (1988) para estimar los índices fisiotécnicos de interés.

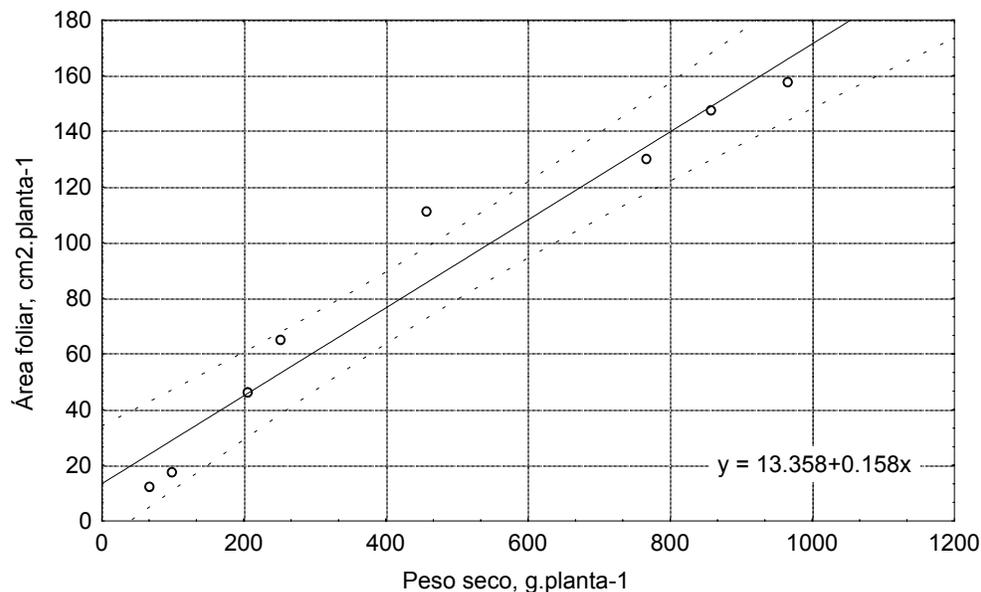


Figura 1. Relación lineal entre el Peso Seco y el Área Foliar del Cilantro en el genotipo American Long Standing.

4.3 Curva Sigmoide de Crecimiento.

Al graficar los valores primarios de área foliar y peso seco con respecto al tiempo, se pudo observar que el modelo logístico específico para cilantro, describe su proceso de crecimiento a través de una curva sigmoide. En la Figura. 2, se muestra la curva sigmoide de crecimiento ($R^2 = 0.994$) del genotipo American Long Standing donde se pudieron observar las tres fases de crecimiento de un vegetal. El uso de un modelo específico coincidió con Bidwell

(1974) quién menciona que a menudo un modelo matemático debe ser desarrollado para una situación particular y este tipo de curva coincide también, con las curvas sigmoides de los cultivos tomate, fresa, pepino y melón citadas por Salisbury y Ross (1994) y con la del cilantro citada por Hernández (2003) aunque, son diferentes a las curvas doble sigmoides de los cultivos vid, olivo y frambuesa citadas por Salisbury y Ross (1994).

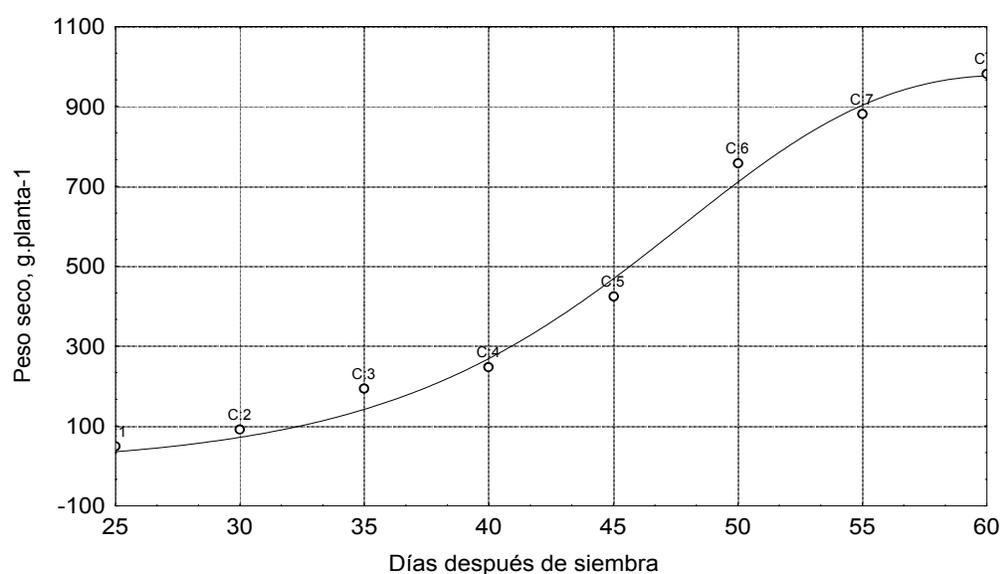


Figura 2. Curva Sigmoide de crecimiento en el genotipo American Long Standing de Cilantro. I fase exponencial, II fase lineal, III fase de senilidad.

4.4 Tasa de Crecimiento del Cultivo.

Este índice indica la velocidad de crecimiento del cultivo y de manera indirecta ayuda a predecir el rendimiento. La tendencia de la TCC fue ascendente a través del tiempo para los genotipos Líder y Marroquí; en cambio para el genotipo American Long Standing la tendencia es ascendente hasta los 45 dds y luego disminuyó. Los dos primeros genotipos inician con valores entre 15 y 20 mg.día⁻¹ hasta llegar a un valor máximo a los 55 dds, valor

que cambio para cada genotipo siendo superior en el genotipo Lídder en un 47%. Hacia el final del ciclo, la TCC entre genotipos, varió entre 30 y 117 mg.día⁻¹. El valor mínimo fue para el genotipo American Long Standing y el valor máximo fue para el genotipo Lídder (Figura 3). Estos resultados coinciden con Russell *et al.*, (1984) quienes señalaron que la TCC se incrementa a través del tiempo para un cultivo dado; así mismo, coincide con Ortiz, (1991) en cuanto a que no todos los genotipos responden de igual manera al estímulo ambiental, ya que su respuesta esta determinada genéticamente. Los valores aquí reportados para cilantro coinciden con los valores mínimos reportados por Hernández, (2003) pero varían considerablemente de los valores máximos reportados por este autor. La tendencia de la TCC reportada por Hernández, (2003) coincide con la tendencia ascendente que mostraron los genotipos Lídder y Marroquí aunque es diferente a la que mostró el genotipo American Long Standing.

Sin embargo los valores en este índice se sometieron a una comparación de medias por la prueba de Tukey, ($p \leq 0.01$), mostró que existen diferencias significativas para todas las fechas evaluadas en el Cuadro. 2 se puede observar que el genotipo, Lídder fue el mejor con un 81.73 % de TCC, en la mayoría de las evaluaciones; seguido del genotipo Marroquí con un 62.03 % de TCC, comparado con el American Long Standing ya que este genotipo obtuvo un decremento del 56.23 % de TCC, en todas las fechas evaluadas.

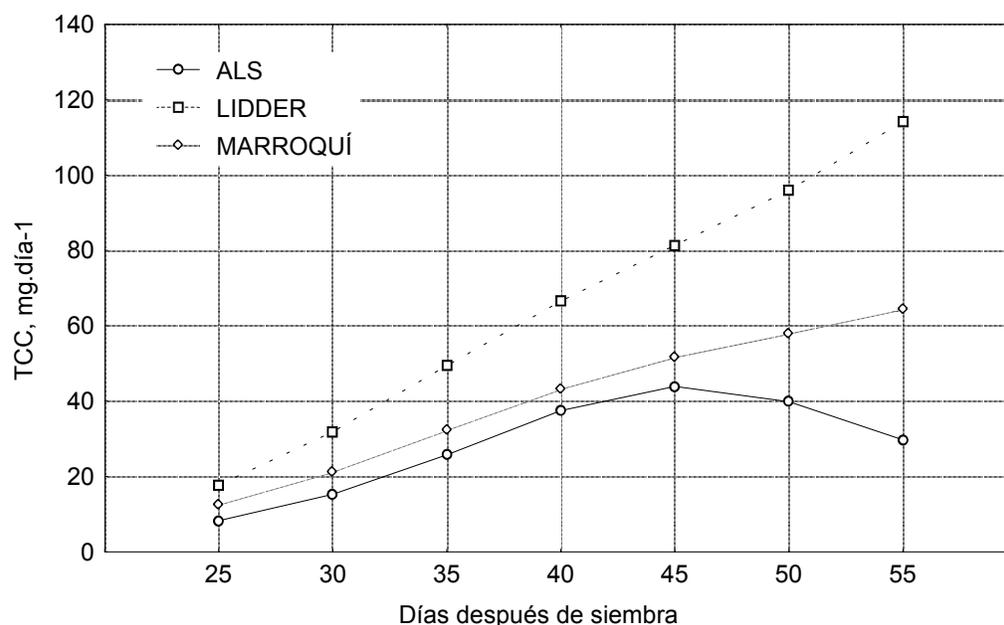


Figura 3. Tasa de Crecimiento del Cultivo en tres genotipos de Cilantro.

4.5 Tasa Relativa de Crecimiento.

Este es un índice de eficiencia o productividad. El comportamiento clásico de la TRC es ir en decremento a partir de la emergencia. En la Figura. 4 se puede observar este comportamiento a través del tiempo, con una disminución casi lineal. Los valores de TRC estuvieron entre 0.14 y 0.16 $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ al inicio de las evaluaciones, hasta disminuir a un valor entre 0.02 y 0.06 $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$. Estos resultados no coinciden con los reportados por Causton (1991), quién al trabajar con col de bruselas y girasol, encontró que la TRC no cambió a través del tiempo aunque, si coinciden con los resultados en tomate y trigo donde la TRC si cambio a través del tiempo. Los valores iniciales encontrados en girasol por Pérez *et al.*, (1992) fueron diferentes a los encontrados, en cilantro en este experimento aunque al final del periodo

evaluado, los valores fueron similares. La tendencia de la TRC en cempoalxóchitl reportada por Serrato *et al.*, (1998) fue baja al principio del ciclo, alta hasta llegar a un máximo a mediados del ciclo y disminuyó hacia el final del mismo, un comportamiento diferente a la encontrada en cilantro. La disminución en los valores de la TRC encontrados para cilantro al final del ciclo, se explican porque con la edad del cultivo, se hace cada vez menor la proporción de tejidos meristemáticos con respecto a los tejidos vasculares de protección, tal como lo citó Sivori *et al.* (1980). Los valores mínimos de la TRC coinciden con los reportados por Hernández, (2003) pero son diferentes a los valores máximos y la curva de tendencia de la TRC citados por este autor.

Al practicar la comparación de medias por la prueba de Tukey, ($p \leq 0.01$) se mostraron diferencias significativas para las fechas de 25 y 55 dds, como se muestran en el Cuadro. 2, sin embargo para las fechas de 30, 35, 40, 45 y 50 dds, los valores se comportaron estadísticamente iguales por ello resultaron no son significativos. Sin embargo para los 25 dds, el genotipo Lídder obtuvo un 92.03 % incremento, en cuanto al Marroquí y el American Long Standing resultaron con un 7.73 y 7.97 % de decremento, sin embargo para la fecha 55 dds, el genotipo Lídder obtuvo un 54.26 % de incremento y el Marroquí y el American Long Standing con el 36.38 y 45.33 % de decremento de TRC.

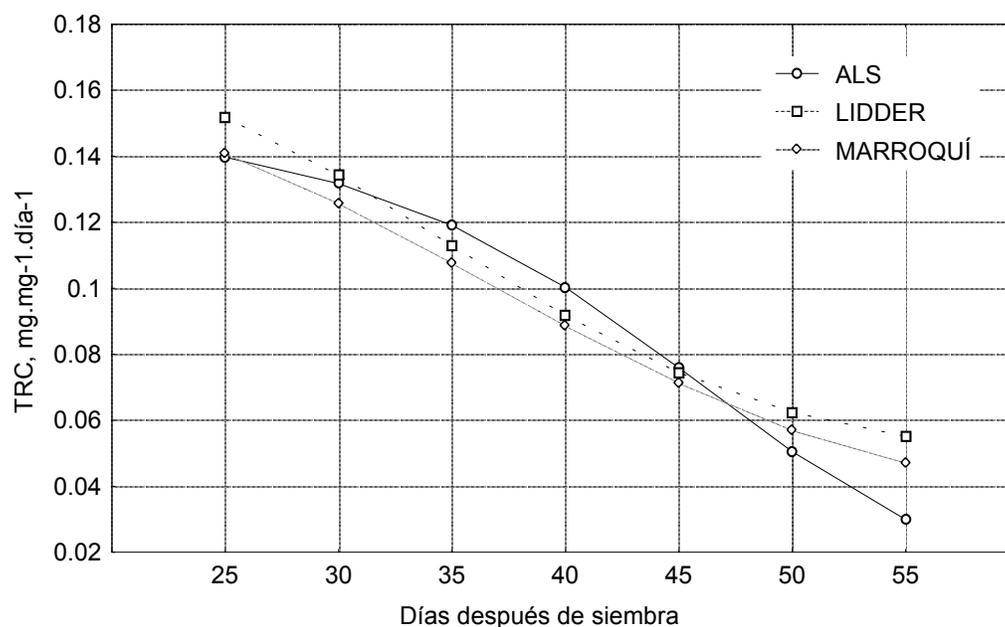


Figura 4. Tasa Relativa de Crecimiento en tres genotipos de Cilantro.

4.6 Tasa Relativa de Crecimiento Foliar.

Este es un índice de eficiencia de incremento del área foliar por unidad de material asimilatorio presente. Al considerar que en cilantro la parte económicamente importante es el follaje, el índice de TRCF es de los más importantes. Interesan valores altos y sostenidos durante la mayor parte del ciclo del cultivo, con lo cual se pueda obtener más producto comercial. Así, en la (Figura 5) se observa que los genotipos mostraron un comportamiento decreciente. El genotipo Marroquí (material que más se siembra en la región) presentó durante la mayor parte del ciclo del cultivo, un valor promedio de $0.085 \text{ cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$ y fue superior al resto de los genotipos. Los otros genotipos mostraron un valor promedio de $0.075 \text{ cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$; es decir, fueron menos eficientes para producir área foliar nueva a partir de área foliar

ya existente. Estos resultados coinciden con los reportados por Poehlman, (1986), en relación a que cuando una variedad o cultivo se introduce a una zona de producción, puede estar genéticamente menos adaptado que en la zona climática donde usualmente se produce. Los valores mínimos de la TRCF encontrados en este trabajo son diferentes a los citados por Hernández, (2003) sin embargo, los valores máximos y la curva de tendencia son similares a los reportados por este autor.

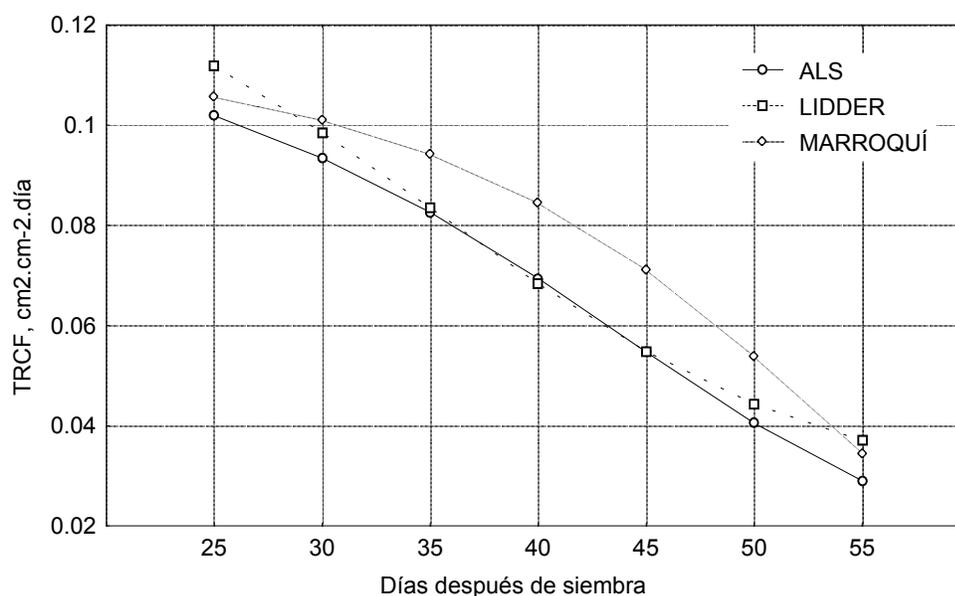


Figura 5. Tasa Relativa de Crecimiento Foliar en tres genotipos de Cilantro.

Para los valores de TRCF en este índice fisiotécnico los valores se sometieron a una comparación de medias por la prueba de Tukey, ($p \leq 0.01$), en el Cuadro. 2, se muestran que las fechas 25, 35 40 y 45 dds mostraron diferencias significativas y para las fechas 30, 50 y 55 dds, los valores se comportaron estadísticamente iguales por ello resultaron no significativas. En la

fecha 25 dds los genotipo con mayor TCRF fueron para Lídder y Marroquí con un 91.14 y 87.55 % de incremento respectivamente, y para el genotipo American Long Standing el cual tuvo un decremento de 8.85 %, para la fecha de 35 dds fue el genotipo Marroquí con un 87.78 % de incremento, y el genotipo Líder y American Long Standing resultaron con un decremento de 11.26 y 12.22 % respectivamente, al igual que en la fecha 40 dds el genotipo marroquí resulto con un 82.13 % de incremento y el Lídder y American Long Standing presentaron un decremento de 19.17 y 17.87 % respectivamente, en la fecha 45 dds el genotipo Marroquí mostró un incremento de 76.82 %, mientras que el Lídder y el American Long Standing mostraron un decremento de 23.03 y 23.17 % de TCRF.

4.7. **Tasa de Asimilación Neta.**

Este índice refleja la eficiencia fotosintética de los materiales en estudio. En la Figura 6 se observan las curvas de tendencia similares de los genotipos con valores iniciales de TAN entre 0.57 y 0.47 $\text{mg.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$, respectivamente. El genotipo American Long Standing en este mismo periodo es el menos eficiente. De los 40 dds (cuarto muestreo) hasta el final del periodo de evaluación (séptimo muestreo), el genotipo Lídder fue superior a los demás con un valor final de TAN de 0.38 $\text{mg.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$, superior en un 40 % al genotipo Marroquí, que es el segundo genotipo más eficiente y en un 123 % al American Long Standing que es el genotipo menos eficiente. Probablemente, porque el

genotipo Lídder es producto del fitomejoramiento cuya base genética fue el genotipo Marroquí. Valores similares a los aquí reportados fueron encontrados por Pérez *et al.*, (1992) en girasol; valores muy diferentes fueron encontrados por Serrato *et al.*, (1998) al trabajar con cempoalxóchitl. El comportamiento de la TAN que se reporta en este trabajo con cilantro, es diferente al reportado por Medina y Bolívar (1993) para *Gypsophila paniculata*. Hernández, (2003) en un experimento con cilantro, reporta valores de TAN hasta de $2.55 \text{ mg. cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$ por lo cual los valores y la curva de tendencia reportados en este trabajo son diferentes.

El en Cuadro. 3 se presenta la comparación de medias para esta variable, en donde se realizó la prueba de Tukey ($p > 0.01$), se puede observar que en los muestreos de 25, 30 y 35 dds, resultaron diferencias significativas, donde el material que más TAN acumuló fue Marroquí con un 63.49, 70.27 y 81.70 % respectivamente, en comparación con American Long Standing, el cual en los muestreos fue el que menor TAN acumuló, sin embargo el Lídder en promedio acumuló una TAN de 54.68 %. En cambio para la evaluación de 55 dds se encontró una diferencia significativa entre los materiales, donde el genotipo Lídder acumuló un 55.24 % de incremento de TAN y el Marroquí con un 39.31 % de acumulación de TAN, el American Long Standing tuvo un decremento de 44.76 %.

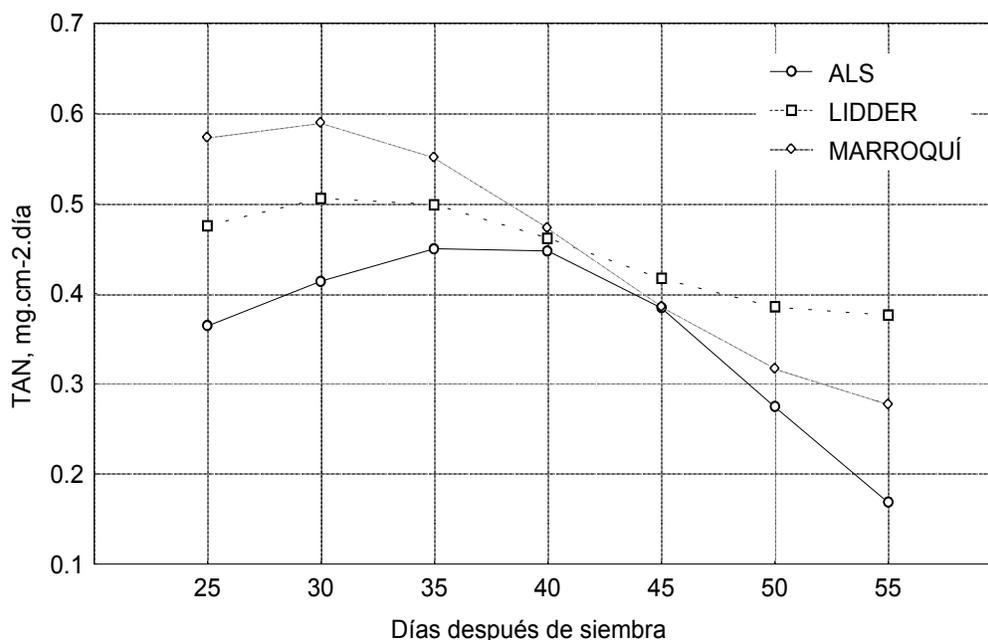


Figura 6. Tasa de Asimilación Neta entre genotipos de Cilantro.

4.8. Duración de Área Foliar.

Este índice se refiere a la persistencia del área foliar fotosintéticamente activa a través del tiempo; en el caso del cilantro, por el tipo de producto que se cosecha, al igual que la TRCF es también uno de los más importantes. En la (Figura. 7) se muestra la tendencia creciente de este índice; el genotipo Lídder, con valor superior a $50 \text{ cm}^2.\text{día}^{-1}$, fue superior al resto de los genotipos, seguido por el genotipo Marroquí. Este genotipo y el American Long Standing iniciaron con valores cercanos a $30 \text{ cm}^2.\text{día}^{-1}$. Al final del período evaluado, el genotipo Lídder terminó con valores por arriba de $140 \text{ cm}^2.\text{día}^{-1}$ y fue superior en un 46 y 136 % a los genotipos Marroquí y American Long Standing, respectivamente. Valores similares de DAF así como su curva de tendencia

ascendente fueron reportados por Hernández, (2003). Estos resultados permiten concluir que el genotipo Lídder puede tener un período de cosecha más amplio sin que el producto pierda su calidad; en cambio, en el genotipo American Long Standing al tener bajos valores de DAF, la planta se hace senescente más rápido y hay poco tiempo para realizar la cosecha del follaje.

En el Cuadro 3 se presenta la comparación de medias para esta variable en donde se realizó una prueba de Tukey ($p \leq 0.01$), se puede observar que en la mayoría de los muestreos se encontraron diferencias significativas excepto para la fecha de 55 dds el cual resultó no significativo, sin embargo para los muestreos en las fechas de 25, 30, 35, 40, 45 y 50 dds el mejor material para DAF resultó el genotipo Lídder donde la persistencia de área foliar fotosintética fue de 54.83, 56.07, 57.51, 58.84, 57.81 y 53.53 % respectivamente, en comparación del genotipo American Long Standing el cual en la mayoría de los muestreos fue el más bajo, en cambio para el Marroquí el promedio fue de 40.11 % de DAF.

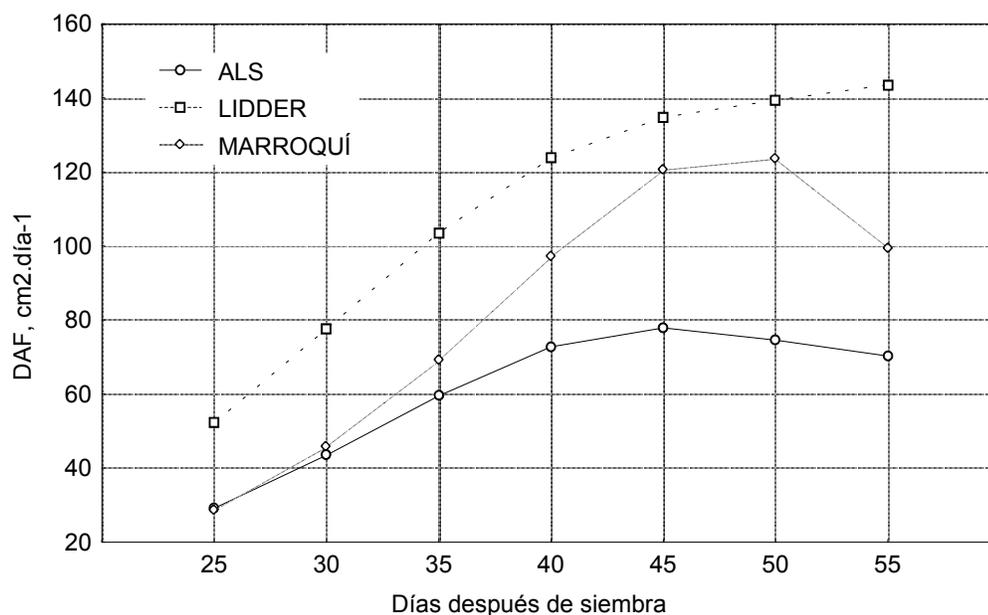


Figura 7. Duración de Área Foliar en tres genotipos de Cilantro.

4.9. Relación de Área Foliar.

Este índice se refiere a la capacidad de la planta para producir área foliar a partir de la biomasa presente. En la Figura. 8 se presenta el comportamiento de este índice. Se observa que a través del tiempo, todos los materiales presentan un decremento en su valor de RAF. Durante todo el período muestreado el genotipo Marroquí fue superior a los otros dos genotipos. Sin embargo, de los 45 dds y hasta los 60 dds todos los genotipos mostraron un comportamiento muy similar. Al inicio del ciclo del cultivo y en la fecha de 25 dds el genotipo American Long Standing tuvo valores de $0.43 \text{ cm}^2.\text{mg}^{-1}$ y fue superior en un 19 y 53 % a los genotipos Lídder y Marroquí, respectivamente. La curva de tendencia y los valores de RAF aquí reportados coinciden con los resultados por Hernández, (2003) para cilantro.

En el Cuadro. 3 se presenta la comparación de medias para esta variable en donde se realizó una prueba de Tukey ($p \leq 0.01$), se puede observar que en los muestreos existen diferencias significativas, excepto para las fechas de 45, 50 y 55 dds, en cambio para las fechas de 25, 30, 35 y 40 dds, el mejor material para producir área foliar fue para el genotipo American Long Standing con un 64.43, 65.23, 69.66 y 77.86 % respectivamente comparado con el Marroquí en cual resulto con la menor RAF en los muestreos realizados, en cuanto el genotipo Lídder tuvo un promedio de 51.39 % de RAF.

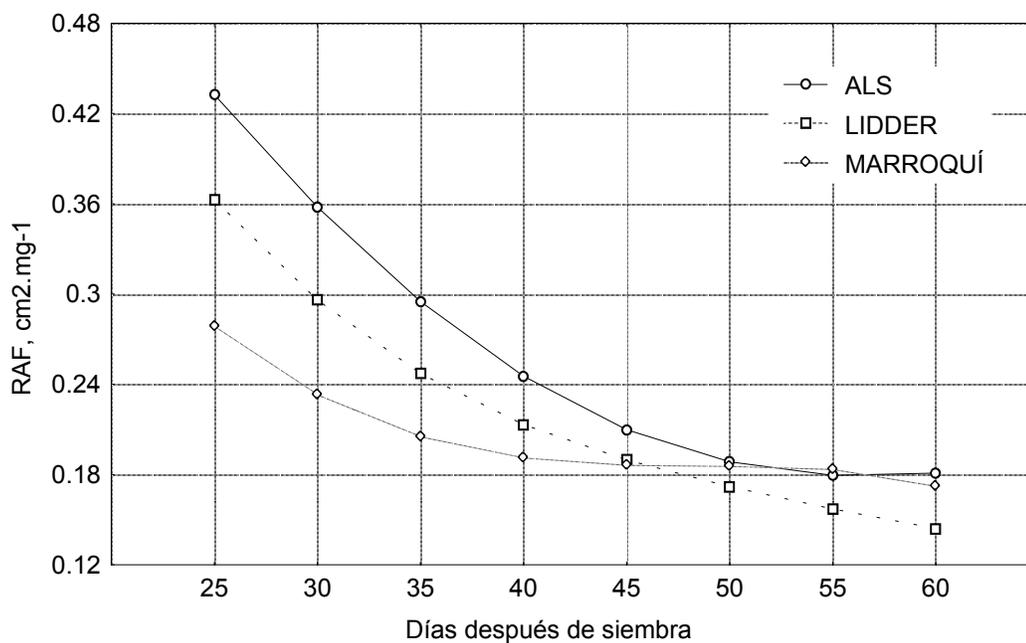


Figura 8. Relación de Área Foliar en tres genotipos de Cilantro.

V. CONCLUSIONES

El área foliar y el peso seco del cilantro guardan una relación lineal entre ellos. El patrón del crecimiento cuantitativo del cilantro depende del genotipo. Los índices TCC (Tasa de Crecimiento del Cultivo) y DAF (Duración de Área Foliar) mostraron tendencia creciente a través del tiempo. La TRC (Tasa Relativa de Crecimiento), TRCF (Tasa Relativa de Crecimiento Foliar) y la RAF (Relación de Área Foliar) mostraron tendencia decreciente a través del tiempo. TAN (Tasa de Asimilación Neta) se incrementó hasta un valor máximo a los 30 dds y posteriormente disminuyó. En función, principalmente de la TCC, TAN y la DAF, el mejor genotipo para la producción comercial de follaje de cilantro es el Líder.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Ascencio, J. y J. E. Fargas. 1973. Análisis de crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Turrialba-4) cultivado en solución nutritiva. Turrialba. Costa Rica.
- Barbosa C., R 1994. Aplicación foliar de ácidos húmicos y algas en cilantro (*Coriandrum sativum* L.) como mejoradores de la calidad y producción en follaje fresco. Tesis Licenciatura . Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo México.
- Beadle, C. L. 1988. Análisis del crecimiento vegetal. *In*: Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. Editado por: Coombs, J., D. O. Hall, S. P. Long, J. M. O. Scurlok. Editorial Futura, S.A. México.
- Bidwell, R. G. S. 1993. Fisiología Vegetal. Editorial AGT S.A. México D. F.
- Carballo C., A. B. 1998. Determinación de la temperatura Base de seis genotipos de cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo México.

Causton, D.R. 1991. Plant growth analysis: the variability of relative growth rate within a sample. *Annals of Botany*. 67(2):137-144.

Clarke, J. M.; T. F. Towley-Smith; T. N. Mc Craig and D.G. Green. 1984.- Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Science*.24(3) :537-541.

Devlin, R. 1981. Enciclopedia Agrícola y de conocimientos afines. TOMO III.

García O., L 1959. Horticultura. Salvat Editores S.A. Imprenta Hispanoamérica, Barcelona España.

Hedge, D. M. 1987. Growth analysis of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) in relation to soil moisture and nitrogen fertilization. *Scientia Horticulturae*. (33):179-187.

Hernández D., J. 2003. Crecimiento y desarrollo del cilantro *Coriandrum sativum* L. por efecto del fotoperíodo y la temperatura y su control con fitoreguladores. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, División de Estudios de Posgrado. Marín, N. L., México.

Maeda M., C. 1986. Análisis de crecimiento. Un método para cuantificar el rendimiento de las plantas. Seminarios técnicos. PRONAPA-CIAN-INIFAP-SARH. Vol. 9, No. 5. 101-138.

- Medina, A. y R. Bolívar. 1993. Análisis de crecimiento y acumulación de nutrientes de *Gypsophila paniculata* cv. Perfecta bajo condiciones de invernadero en la Sabana de Bogotá. Tesis de grado. Facultad de Ciencias. Univ. Nal. de Colombia. Santa Fé de Bogotá Colombia.
- Medina, E. 1977. Introducción a la ecofisiología vegetal. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Departamento de Asuntos Científicos. Secretaría General de la OEA. Washington, D.C.
- Mohr, H. and P. Schopfer. 1995. Plant physiology. Editores Springer – Verlag, Berlin. Heidelberg, New York.
- Montes M., A. 1987. Respuesta sobre el desarrollo y producción de follaje fresco de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a programas de riego, fertilización nitrogenada y estiércol bovino en saltillo Coahuila Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo México.
- Ortiz C., J. 1991. Aspectos históricos y justificación del área de fisiotécnica del Centro de Genética en el Colegio de Postgraduados. Rev. Fitotec. México. 14: 89-95.
- Pérez G., F. y J. B. Martínez-Laborde. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

- Pérez, N. J.; M. V. Cágal y C. R. Zavaleta. 1992. Análisis de crecimiento y su relación con el rendimiento económico en girasol (*Helianthus annuus* L). Revista Chapingo 16.(77):48-51.
- Poehlman, J. M. 1986. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, México.
- Radford, P. J. 1976. Growth Analysis formulae – Their use and abuse. Crop Science. 3(7) :171-175.
- Rojas G., M. 1979. Fisiología Vegetal. MC Graw-Hill de México S.A. de C. V. México D. F.
- Russell, M. P.; W. W. Wilhelm; R. A. Olson and J. F. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Science. 24 :28-32
- SAGAR. 2000. Anuario Estadístico. Dirección de Estadística y Cálculo de México.
- SAGARPA. 2003. Claridades Agropecuarias. México Calidad Selecta. Publicación mensual. Num. 113 México D. F.
- Santiago C., M 1993. inhibición del punteado premature eb cilantro (*Coriandrum sativum* L.) con aplicaciones de reguladores de crecimiento. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo México.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. 1era edición. Grupo Editorial Iberoamericano S.A. de C. V. México.
- Savhuck, L. P 1977. The effect on weather on coriander . Trudy UNII, Efirnomaslich Kult ur, From Referativyi Journal.

- Serrato, C.; O. G. Juárez y V. A. G. Hernández. 1998. Análisis de crecimiento y evolución bajo domesticación en dos especies de cempoalxóchitl. Revista Chapingo, Serie Horticultura.
- Sivori, M. E.; E. R. Montaldi y O. H. Caso. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Taiz, I. and E. Zeiger. 1991. Plant Physiology. Editor The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc. Redwood City, Cal., U.S.A.
- Tamaro, D. 1921. manual de Horticultura, 1ª ed. Editorial Artes Graficas Grijalvo, S.A. Barcelona España.
- Valverde, E. y M. V. Sáenz. 1985. Análisis de crecimiento del Chayote (*Sechium edule* Sw.). Turrialba. 35(4):395-402.
- Wallace, D. H. and H. M. Munger. 1985. Studies of the physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. Crop Science. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo México. 5:343-347

VII. APÉNDICE

Cuadro 1. Comparación de medias de área foliar ($\text{cm}^2.\text{planta}^{-1}$) y peso seco ($\text{mg}.\text{planta}^{-1}$) de tres genotipos de cilantro en diferentes fechas de muestreo. Los valores son promedio de seis repeticiones y su error estándar.

VARIABLE	FECHA DE MUESTREO, dds ⁺⁺							
	25	30	35	40	45	50	55	60
Área foliar:								
ALS	11.2±1.13 a ⁺	21.0±2.48 b	48.6±3.21 b	67.4±5.11 b	114.0±4.67 b	127.0±5.5 c	152.5±8.2 c	193.8±11.9 b
Lídder	13.7±1.44 a	37.4±3.37 a	74.8±7.66 a	134.5±6.97 a	181.7±11.23 a	220.0±15.2 a	266.0±9.5 a	346.5±18.6 a
Marroquí	12.2±1.08 a	18.8±1.72 b	47.2±4.17 b	75.1±4.34 b	107.8±2.82 b	175.9±7.3 b	197.7±6.5 b	254.0±23.9 b
C.V., %	15.48	16.98	13.95	11.36	10.68	10.81	7.69	11.93
Tukey	—	9.41	17.08	22.58	30.91	40.52	33.99	67.98
Peso seco:								
ALS	59.3±5.50 a	98.2±7.71 b	209.2±6.01 b	256.3±4.14 c	432.2±11.49 c	760.5±13.5 b	872.4±21.3 c	1051.9±67.4 b
Lídder	57.0±6.94 a	149.8±13.29 a	342.2±25.82 a	677.4±29.49 a	875.6±61.68 a	1165.9±97.1 a	1942.8±95.0 a	2322.5±125.2 a
Marroquí	61.1±4.90 a	97.8±7.89 b	209.2±34.99 b	413.6±54.50 b	632.2±27.33 b	873.9±29.3 b	1119.3±68.0 b	1495.8±170.7 b
C.V., %	14.58	10.50	15.64	15.71	11.99	11.88	8.02	12.87
Tukey	—	26.03	85.30	151.91	166.77	238.58	226.21	449.66

promedios seguidos de la misma letra, en cada columna y variable, no son diferentes estadísticamente según Tukey ($P \leq 0.01$).

Cuadro 2. Comparación de medias en cada fecha de muestreo, para los índices TCC, TRC y TRCF en tres genotipos de cilantro. Los valores son promedio de seis repeticiones y su error estándar.

ÍNDICE	FECHA DE MUESTREO, dds ¹						
	25	30	35	40	45	50	55
<u>TCC</u>							
ALS	8.28±0.49 b	15.29±0.42 b	25.77±1.02 b	37.49±2.15 b	43.91±1.82 b	39.86±4.34 b	29.73±12.78 b
Lídder	17.75±1.46 a	31.89±2.60 a	49.44±3.79 a	66.55±4.66 a	81.35±5.93 a	95.97±9.53 a	114.18±16.56 a
Marroquí	12.46±1.44 b	21.33±1.94 b	32.36±2.10 b	43.27±1.68 b	51.79±4.27 b	57.89±10.77 b	64.45±21.81 ab
C. V., %	17.72	15.46	12.60	9.66	10.23	18.92	35.37
Tukey	4.8904	7.5962	9.7218	10.2064	12.9886	26.2868	52.8497
<u>TRC</u>							
ALS	0.1397±0.0028 b	0.1317±0.0053 a	0.1191±0.0065 a	0.1003±0.0055 a	0.0759±0.0026 a	0.0505±0.0058 a	0.0299±0.0114 b
Lídder	0.1518±0.0035 a	0.1342±0.0044 a	0.1129±0.0047 a	0.0917±0.0047 a	0.0744±0.0051 a	0.0624±0.0058 a	0.0551±0.0065 a
Marroquí	0.1409±0.0050 b	0.1256±0.0073 a	0.1076±0.0080 a	0.0888±0.0073 a	0.0712±0.0067 a	0.0570±0.0083 a	0.0470±0.0117 ab
C. V., %	4.27	6.92	9.11	10.17	11.02	17.55	32.92
Tukey	0.0098	—	—	—	—	—	0.0229
<u>TRCF</u>							
ALS	0.1019±0.0036 b	0.0934±0.0043 a	0.0826±0.0043 b	0.0694±0.0042 b	0.0547±0.0068 b	0.0405±0.0118 a	0.0298±0.0168 a
Lídder	0.1118±0.0046 a	0.0985±0.0056 a	0.0835±0.0051 b	0.0683±0.0035 b	0.0548±0.0027 b	0.0443±0.0042 a	0.0370±0.0061 a
Marroquí	0.1057±0.0016 ab	0.1009±0.0031 a	0.0941±0.0045 a	0.0845±0.0050 a	0.0712±0.0034 a	0.0537±0.0039 a	0.0343±0.0121 a
C. V., %	5.32	6.35	6.31	7.01	12.23	25.82	54.61
Tukey	0.0009	—	0.0087	0.0112	0.0158	—	—

promedios seguidos de la misma letra, en cada columna y variable, no son diferentes estadísticamente según Tukey ($P \leq 0.01$).

^{**} días después de siembra. ALS = American Long Standing

Cuadro 3. Comparación de medias en cada fecha de muestreo, para los índices TAN, DAF y RAF en tres genotipos de cilantro. Los valores son promedio de seis repeticiones y su error estándar.

ÍNDICE	FECHA DE MUESTREO, dds [†]						
	25	30	35	40	45	50	55
<u>TAN</u>							
ALS	0.3641±0.0293 b	0.4138±0.0295 b	0.4498±0.0346 b	0.4474±0.0336 a	0.3841±0.0151 a	0.2745±0.0260 a	0.1683±0.0631 b
Lídder	0.4757±0.0433 ab	0.5055±0.0392 ab	0.4988±0.0368 ab	0.4617±0.0400 a	0.4167±0.0422 a	0.3850±0.0492 a	0.3760±0.0682 a
Marroquí	0.5734±0.0591 a	0.5888±0.0566 a	0.5505±0.0428 a	0.4723±0.0303 a	0.3858±0.0458 a	0.3171±0.0659 a	0.2773±0.0882 ab
C. V., %	16.36	13.13	11.50	12.80	15.70	22.56	38.12
Tukey	0.1658	0.1420	0.0910	—	—	—	0.1653
<u>DAF</u>							
ALS	29.20±2.24 b	43.53±3.22 b	59.57±4.18 b	72.81±4.29 b	77.90±8.26 b	74.59±3.07 b	70.30±3.70 a
Lídder	52.25±2.36 a	77.63±4.24 a	103.58±7.60 a	123.74±9.94 a	134.76±10.10 a	139.35±14.50 a	143.52±27.40 a
Marroquí	28.65±1.39 b	45.70±1.70 b	69.24±3.22 b	97.17±7.01 b	120.68±9.10 a	123.60±7.06 ab	99.27±36.65 a
C. V., %	7.99	10.16	11.46	11.64	13.64	22.55	51.55
Tukey	6.31	12.16	19.11	24.53	32.60	64.60	—
<u>RAF</u>							
ALS	0.4324±0.0410 a	0.3578±0.0336 a	0.2950±0.0250 a	0.2453±0.0170 a	0.2098±0.0111 a	0.1884±0.0072 a	0.1795±0.0098 a
Lídder	0.3627±0.0352 ab	0.2960±0.0222 ab	0.2471±0.0150 ab	0.2132±0.0128 ab	0.1900±0.0111 a	0.1719±0.0095 a	0.1571±0.0096 a
Marroquí	0.2786±0.0384 b	0.2334±0.0312 b	0.2055±0.0233 b	0.1910±0.0157 b	0.1863±0.0103 a	0.1864±0.0114 a	0.1838±0.0143 a
C. V., %	18.2	16.55	14.08	11.59	9.60	9.05	10.42
Tukey	0.1402	0.1053	0.0755	0.0397	—	—	—

[†]promedios seguidos de la misma letra, en cada columna y variable, no son diferentes estadísticamente según Tukey (P≤ 0.01).

^{**}días después de siembra. ALS = American Long Standing

