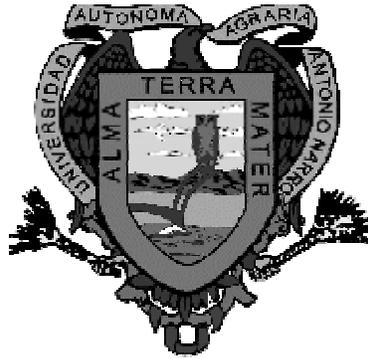


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**ÍNDICES DE EFICIENCIA PRODUCTIVA EN EL CULTIVO DE 12 GENOTIPOS DE
MELÓN (*Cucumis melo* L.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO.**

POR:

JUAN ESPINOSA GUTIÉRREZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.
MAYO DE 2004.**

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OBTENER EL
TÍTULO DE

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal: _____

DR. FERNANDO BORREGO ESCALANTE

Asesor: _____

DRA. MARIA MARGARITA MURILLO SOTO

Asesor: _____

M. Sc. JOSE G. RAMÍREZ MEZQUITIC

Asesor: _____

M.C. LEOPOLDO ARCE GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; mayo 2004.

¿Qué busco?

esa es una buena pregunta.

*He tratado muchas veces
de buscar a Dios
y a la justicia.*

*Soy un pobre diablo
que anda
entre el cielo y el infierno.*

*Soy una gente
que lo quiere todo
y que no ha alcanzado nada.*

*Durante meses o años,
busco
la justicia, el pan, la comida,
la sal, la mujer,
y hay momentos,
breves momentos,
en que he querido buscar a Dios...
nunca lo he encontrado,
el día que lo encuentre
me quedo callado.*

Jaime Sabines.

DEDICATORIAS

A mis padres: Marilú y Juan, luchadores incansables, fuentes de lucha y superación. Con mucho amor, cariño y respeto a quienes debo lo que soy. Padres se ha cumplido otro de sus anhelos y una más de mis metas.

A mis hermanos: Rosibel, Clara, José Francisco y Enner. A quienes agradezco el sacrificio que conmigo han compartido y por el cariño que de ustedes he recibido a lo largo de mi vida. En especial a mi hermana Rosibel por su ayuda incondicional y por su ejemplo.

A mi abuela: Rosa Martínez, mi “mamá Rosa” principal núcleo de la familia.

A mis tíos: De ustedes recibí palabras de aliento para no flaquear antes las adversidades y por el apoyo brindado en todo momento, especialmente a mi tía Blanca, Clara y al tío Miguel por su ayuda económica durante mis estudios profesionales.

A mis primos: Por esa unión familiar que siempre hemos tenido.

A mis nenas: Yesenia, Dafne y Frida, por transmitir alegría y ternura a la familia.

Al proletariado de México que con sus impuestos hacen posible la existencia de Universidades Públicas como mi “Alma Terra Mater”.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mi “Alma Terra Mater”, quien me cobijó durante cinco años para la realización de mis estudios universitarios.

Al Dr. Fernando Borrego Escalante por compartir sus valiosos conocimientos en el asesoramiento de esta tesis y por brindarme la oportunidad de culminar mis estudios profesionales.

A la Dra. María Margarita Murillo Soto por formar parte del comité particular de asesoría de este trabajo y por su valioso apoyo para la culminación de esta tesis.

Al M. Sc. José G. Ramírez Mezquitic por aceptar formar parte del comité particular de asesoría y supervisión.

Al Dr. Francisco Rodríguez Martínez por sus valiosas enseñanzas en clases y por brindarme la oportunidad de tenek y Nahuatl de la Huasteca Veracruzana.

Al M. C. Ricardo Canales Ramos, Profesor del Departamento de Agrofísica. A quien guardo un gran respeto y admiración por ser un científico anónimo y por su sencillez humana.

Al Dr. José Manuel Fernández Brondo por su confianza brindada y enseñanza personal.

A mis amigas de carrera y generación: Aracely García Alvarado y Claudia Huitrón Echavarría, por su amistad incondicional, el mayor de mis logros durante mi estancia como estudiante universitario.

A mis amigas y amigos: Mariela, Dolores, Verónica, Ada Luz, Micaela, Leyva, Carlos, Rosemberg, Horacio, Antonio. Que en algún momento he sentido de ustedes una sincera amistad.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
II. OBJETIVOS	10
III. HIPÓTESIS	10
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
4.1. PROCESOS FISIOLÓGICOS EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO.	11
4.2. RELACIÓN FUENTE DEMANDA.....	12
4.2.1. Fuerza de la fuente (FF).....	13
4.2.2. Fuerza de la demanda (FD)	13
4.3. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO	14
4.3.1. Índices de eficiencia (IE)	14
4.3.2. Índice de Área Foliar (IAF)	15
4.3.3. Razón de Área Foliar (RAF).....	15
4.3.4. Índice de cosecha (IC).....	16
4.3.5. Tasa de Asimilación Neta (TAN)	16
4.3.6. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR).....	16
4.3.7. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC).....	17
4.3.8. Rendimiento del cultivo (RC).....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.9. Área Foliar por metro cuadrado (AF / m ²).....	¡Error! Marcador no definido.
V. MATERIALES Y MÉTODOS	18
5.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	18
5.2.1. Situación Geográfica	18
5.2.2. Características Climáticas	18
5.2.3. Características Edáficas.....	19
5.3. MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO	19
5.4. EQUIPO UTILIZADO.....	19
5.4.2. Parámetros Fisiotécnicos.	20

5.5. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DEL RENDIMIENTO ($T HA^{-1}$).	22
5.6. ANÁLISIS DE SENDERO.	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
6.1. RENDIMIENTO	26
6.2. ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR	27
6.3. RELACIÓN DE ÁREA FOLIAR	27
6.4. TASA ABSOLUTA DE CRECIMIENTO	28
6.5. TASA DE ASIMILACIÓN NETA	28
6.6. TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO	28
6.7. TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO FOLIAR	29
6.8. PESO SECO DE PLANTA COMPLETA	29
6.9. ÁREA FOLIAR DE PLANTA COMPLETA	29
6.10. ÍNDICE DE COSECHA	30
6.11. ÍNDICE DE EFICIENCIA DE ÁREA FOLIAR	30
6.12. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN	31
6.13. ANÁLISIS DE SENDEROS	32
VII. CONCLUSIONES	33
VIII. RECOMENDACIONES	34
IX. LITERATURA CITADA	35

I. INTRODUCCIÓN

México es un país con climas y geografía muy variada, estas condiciones permiten tener producción de melón durante todo el año, en los meses de septiembre a abril se produce en zonas con clima tropical, y durante los meses de junio a septiembre en la zona semiárida de los estados de Durango y Coahuila.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (F. A. O.) en el 2001, muestran la existencia a nivel mundial de 1,151.980 ha de cultivo estimadas, concentradas entre 50° latitud Norte y 30° latitud Sur. Más de la mitad de la superficie cultivada está en Asia, seguida de Europa y Norte y Centro de América. Por países destacan China (400.300 ha), Turquía (110.000 ha), Irán (70.000 ha), EEUU (52.000 ha), Rumania (51.000 ha) y España (38.500 ha). España es el mayor productor de la Comunidad Económica Europea.

En un trabajo realizado con la finalidad de determinar las expectativas del cultivo del melón ciclo Otoño-Invierno 1998-1999, obteniendo información por medio de algunas instituciones como BANCOMEXT, SECOFI, SAGAR, FIRA Y BANXICO; concluyeron que para recuperar la inversión realizada se debe obtener un rendimiento de al menos de 12.06 toneladas por hectárea y a un precio de \$1326.7 hablando del caso para producción para el mercado nacional y un total de 1928 cajas por hectárea para el mercado de exportación y de por lo menos un precio por caja de \$57.00 para así por lo menos recuperar la inversión realizada.

El propósito de la mayoría de los programas de mejoramiento es aumentar y estabilizar el rendimiento a un costo de la producción que maximice los rendimientos económicos principalmente a los agricultores. En recientes estudios de fotosíntesis, respiración, rendimiento y su relación con la duración de las etapas de desarrollo de la planta de cultivo se ha encontrado variación genética en los procesos fisiológicos determinantes de la producción, por lo que la presente investigación está enfocada al

estudio de algunos factores fisiológicos que suceden durante el crecimiento de las plantas de melón utilizando índices de crecimiento que reflejan los componentes fisiológicos de la producción y para determinar la eficiencia productiva entre diferentes genotipos y su relación con el rendimiento del cultivo del melón.

El manejo agrícola del cultivo del melón es muy conocido, pero su fisiología relacionada con el rendimiento se conoce muy poco. Un método conveniente para estudiar la fisiología del rendimiento es mediante el análisis del crecimiento de la biomasa.

Para el análisis cuantitativo del crecimiento se utiliza una serie de parámetros fisiotécnicos que pueden ser utilizados para evaluar el comportamiento de una variedad o genotipo a través de su ciclo de crecimiento y desarrollo, así como también para tratar de explicar las bases fisiológicas de la producción, ya que el cálculo de los diferentes parámetros se basa en el peso seco y el área foliar, principales resultantes de los procesos fisiológicos determinantes del rendimiento económico final de los cultivos.

La asimilación de CO₂ se ha determinado por varias técnicas siendo las más comunes el uso de isótopos y la fijación del gas medido por análisis espectroscópico por el infrarrojo. Este último es el método más ampliamente usado para determinar en las plantas el intercambio de gases como el CO₂ en el proceso fotosintético y en respiración. El analizador de gases en el infrarrojo (IRGA) es el método más utilizado por su confiabilidad, precisión y simplicidad en comparación con otras técnicas; determina la concentración de CO₂ en $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Aunque este tipo de tecnología moderna tiene la desventaja de ser más costoso. Sin embargo, también hay índices de eficiencia, como la Tasa de Asimilación Neta (TAN) que dan una estimación de la eficiencia fotosintética en la asimilación de fotosintetizados.

II. OBJETIVOS

- a) Estimar la eficiencia productiva de los diferentes genotipos del cultivo de melón, mediante la utilización de índices de eficiencia basados en la biomasa, área foliar y rendimiento.
- b) Determinar la correlación que existe entre los parámetros fisiotécnicos con el rendimiento agronómico del cultivo de melón.
- c) Determinar las relaciones causa - efecto entre los principales índices de eficiencia y el rendimiento, así como los que tengan mayores efectos directos.

III. HIPÓTESIS

- a) Existen diferencias en acumulación de biomasa entre los genotipos de melón.
- b) El mayor rendimiento agronómico del cultivo de melón está relacionado con una mayor tasa absoluta de crecimiento (TAC), tasa de crecimiento relativo (TCR), tasa de asimilación neta (TAN), y la relación de área foliar (RAF).

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Procesos fisiológicos en el crecimiento y desarrollo.

Yágogin (1986) en materia seca, el 95 % de las plantas se compone de carbono (45%), oxígeno (42%), hidrógeno (6.5%) y nitrógeno, ya que intervienen en la composición de proteínas, almidón, azúcares, celulosa, grasas, ácidos orgánicos, aminoácidos y otras pectosas, que son las sustancias más abundantes en las plantas.

Rojas (1972) considera que “proceso fisiológico” es sinónimo de proceso vital, refiriéndolo a todo cambio químico que ocurre dentro de un ser vivo, sea intrínseco o producto de un intercambio con el medio externo. Dentro de ellos se encuentra la fotosíntesis y la respiración, a los que se dedica la mayor atención por ser los principales procesos que, aparte de influir sobre los otros, determinan en mayor proporción la producción económicamente importante de un cultivo (Stoy, 1977), siendo también los que determinan en primera instancia un aumento irreversible del peso seco en las plantas, produciendo al mismo tiempo la energía metabólica necesaria para completar el ciclo de vida. Loiza (1986) menciona que el crecimiento de las plantas se define como un incremento irreversible en el peso y tamaño a través del tiempo que, generalmente, está acompañado de un aumento de protoplasma a través del tiempo. Mientras que el desarrollo es un proceso caracterizado por cambios cualitativos visibles, en los órganos de las plantas.

González (2003) describe las diferencias entre el crecimiento y desarrollo, “el crecimiento es el aumento en tamaño que va acompañado con cambios de forma. El desarrollo es la secuencia de eventos morfogénicos que dan lugar a las estructuras de una planta, estos eventos morfogénicos ocurren de forma continua y progresiva durante el ciclo, y si se determinan los eventos morfogénicos, se determinan también las etapas del desarrollo. Tanto el crecimiento y el desarrollo tienen un control genético, los genes codifican a todas las enzimas”.

Salisbury y Ross (1994) al graficar el tamaño o peso de un organismo como función del tiempo se obtiene una curva de crecimiento. Numerosas plantas anuales, o partes individuales de plantas anuales o perennes, producen curvas de crecimiento sigmoidales, que en cada punto representan el tamaño acumulado hasta ese momento del ciclo. En la curva sigmoideal se pueden reconocer, por lo general, tres fases: logarítmica, lineal y estacionaria. En la fase logarítmica la tasa de crecimiento aumenta exponencialmente en forma continua. En la fase lineal la tasa de crecimiento es constante y usualmente corresponde a la máxima del ciclo de vida. La fase estacionaria se caracteriza por cese del crecimiento, y ocurre cuando la planta u órgano ha alcanzado la madurez y comienza a envejecer.

4.2. Relación fuente demanda

Sonnewald y Willmitzer (1992) “El crecimiento y desarrollo de las plantas depende de la energía ganada por la fijación de CO₂ en forma de carbohidratos durante la fotosíntesis y la traslocación de los fotoasimilados de su sitio de síntesis a regiones de utilización y de almacenamiento. Siguiendo ese esquema los órganos de la planta deben dividirse en dos clases: a) *órganos fuente fotosintéticamente activos* (definidos como exportadores netos de fotoasimilados), representados principalmente por la hojas maduras, y b) *órganos de demanda fotosintéticamente inactivos* (definidos como importadores netos de carbono fijado). Las demandas se pueden dividir al menos en dos tipos: a) *demandas de utilización*, tejidos de crecimiento rápido con metabolismo alto y activo (meristemo, hojas inmaduras), y b) *demandas de almacenamiento* tales como tubérculos, raíces o semillas, donde los carbohidratos importados se almacenan como almidones, sacarosa, ácidos grasos o proteínas”. Estos autores destacan que los productos primarios de la fijación de carbono son el almidón y la sacarosa y que en las hojas fuente, el almidón es sintetizado dentro de los cloroplastos, y sirve como un depósito intermedio para los fotoasimilados, mientras que la sacarosa sintetizada en el citoplasma, juega un papel central en la distribución de fotoasimilados a toda la planta a través del floema.

Ho *et al.* (1989) los conceptos de fuente y demanda son descripciones funcionales de órganos y tejidos de las plantas en donde la fuente representa la habilidad para suministrar una sustancia metabólica particular, y la demanda a la capacidad para usar dicha sustancia. Los órganos consumidores de asimilados considerados demanda (frutos, hojas inmaduras y senescentes, semillas y tubérculos) utilizan los asimilados para crecimiento, mantenimiento y almacenamiento, así como para la respiración.

Mendoza (1993) se refiere a que los conceptos de fuente demanda son aplicados en un sentido morfológico, referido a órganos y tejidos particulares de la planta. Por consiguiente es posible definir a la fuente y a la demanda desde el punto de vista metabólico, ya que en la fuente se producen asimilados por el metabolismo y removilización de materiales almacenados, mientras que la demanda importa dichos asimilados y los utiliza en procesos respiratorios y de crecimiento. La fuente corresponde a los órganos de suministro y la demanda a los órganos de recepción. Las demandas incluyen todas las partes en crecimiento, Charles *et al.*, (1986).

4.2.1. Fuerza de la fuente (FF)

Sonnewald y Willmitzer (1992) mencionan que la capacidad (o fuerza) de la fuente está determinada por: a) la tasa de fotosíntesis, b) la tasa de traslocación de carbono a través de acarreadores específicos, c) la partición de fotoasimilados entre anabolismo y catabolismo y d) la tasa de síntesis de sacarosa. La fuerza demandante depende de: a) el tamaño de la demanda y b) la actividad de la demanda.

4.2.2. Fuerza de la demanda (FD)

Walker y Ho (1977) propuso que la fuerza de la demanda se puede equiparar con la tasa de importación de asimilados y la define como el producto de la actividad de la demanda por el tamaño de la demanda. A su vez la actividad de la demanda es definida como la tasa de acumulación de peso seco por unidad de peso del tejido demandante.

Ho (1996) menciona que la fuerza de la demanda por asimilados de un fruto, medida como la tasa de importación, está relacionada con las rutas de transporte de azúcar dentro de las células de la demanda durante el desarrollo del fruto. Leal (1999) concluye que el aporte de carbono a partir de la fuente se puede incrementar cuando existe una mayor demanda de los órganos en crecimiento.

4.3. Análisis del crecimiento

Un análisis del crecimiento básico, según Beadle (1988), requiere primordialmente de dos variables, el peso seco y el área foliar de la planta. Con estas variables se pueden calcular índices del crecimiento como la tasa de crecimiento relativo (TCR), que se define como el incremento que ocurre en un período de tiempo por cada gramo de biomasa. También permite calcular la tasa absoluta de crecimiento (TAC). Otro índice de eficiencia es la tasa de asimilación neta (TAN), que cuantifica la ganancia neta de productos asimilados por unidad de área foliar y de tiempo, por lo que se le considera como un estimador de la tasa fotosintética.

González (2003) define al análisis de crecimiento como “el estudio cuantitativo de crecimiento basado en una colección periódica del crecimiento. Hacer un análisis de crecimiento es medir el crecimiento de forma periódica de principio a fin para que pueda ser un análisis. El análisis de crecimiento determina el comportamiento del crecimiento”.

4.3.1. Índices de eficiencia (IE)

Beadle (1988) menciona que la bioproductividad de un ecosistema o de un cultivo, puede conocerse con la producción primaria neta o el rendimiento total. Por lo general los estudios se restringen a las partes aéreas, y en los cultivos es de importancia el rendimiento agronómico (como el grano en cereales). Es común expresarlo como índice de cosecha, que es la proporción de la producción total de biomasa que se destina a las partes cosechadas de la planta (IC) y se expresa con la ecuación: $IC = (\text{Rendimiento agronómico} / \text{Rendimiento biológico}) \times 100$.

4.3.2. Índice de Área Foliar (IAF)

Muslera y Ratera (1991) el Índice de Área Foliar representa el área fotosintética útil, en cada etapa de crecimiento. El valor óptimo de IAF depende de la distribución de las partes aéreas de cada especie. Kohashi (1990) menciona que el área foliar está influenciada por las condiciones ambientales como la temperatura, humedad del suelo, nutrimentos, entre otros factores.

Lemaire (2001) menciona que “el sombreado afecta el abastecimiento del carbono a la planta, es decir, la competencia por la asignación de carbono entre hojas en expansión y yemas axilares, acentúa la disminución en la tasa de aparición de tallos. La relación entre el crecimiento de la hoja y la aparición de tallos, está determinada genéticamente, aún si el genotipo o variedad es muy sensible a la adaptación, en respuesta a modificaciones ambientales”.

Morley (1981) define el índice de área foliar como “la relación entre el área de las hojas producidas por el cultivo y el área de suelo que éstas ocupan”. La relación entre área foliar, intercepción de luz y el crecimiento de las plantas es fundamental, en los ecosistemas terrestres, porque la síntesis primaria de la materia seca, resulta de la actividad fotosintética de las hojas de las plantas. La cantidad de energía luminosa que recibe una pradera, es de gran importancia en la producción de materia seca, ya que determina la eficiencia fotosintética de una planta; la eficiencia se entiende como la proporción de energía luminosa que es interceptada por las hojas y que es convertida a materia seca en la planta.

4.3.3. Razón de Área Foliar (RAF)

Beadle (1988) menciona que la relación de área foliar expresa el área foliar existente por unidad de biomasa en un momento dado. Se obtiene como el cociente entre el área foliar (AF) y la biomasa total (B).

4.3.4. Índice de Cosecha (IC)

Beadle (1988) el índice de cosecha es el cociente entre el rendimiento económico por planta y la biomasa total producida por la misma planta y representa la proporción de la biomasa total que es canalizada al rendimiento económico, o sea la eficiencia de la repartición de biomasa a rendimiento económico.

Scurlock *et al.* (1988) menciona que “el índice de cosecha es la proporción de la producción total de biomasa que se destina a las partes cosechadas de la planta y que en muchos cultivos el índice de cosecha ha sido incrementado con prácticas de fertilización y protección contra plagas, asegurando en esa forma una mayor productividad disponible para la formación del rendimiento agronómico”.

4.3.5. Tasa de Asimilación Neta (TAN)

Hunt (1990) menciona que la tasa de asimilación neta (TAN), que se define como el incremento del material vegetal por unidad del sistema asimilativo y por unidad de tiempo, que se expresa en $\text{g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, este índice es una medida del balance entre la actividad fotosintética y la respiratoria de la planta.

4.3.6. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

Ho *et al.*, (1989) menciona que la TCR puede ser utilizada para estimar la actividad de la demanda (AD), conforme la ecuación: $FD = AD \times TD$, donde TD representa el tamaño de la demanda, en gramos de biomasa; FD, la fuerza de la demanda.

Hunt (1990) menciona que la tasa de crecimiento relativo (TCR), que se define como el incremento del material vegetal por unidad de biomasa y por unidad de tiempo, se expresa en $\text{g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y representa la eficiencia de la planta como productora de nuevo material.

Beadle (1988) menciona que el componente básico del análisis del crecimiento, es la tasa de crecimiento relativo de la planta o cultivo. Esta se define en cualquier instante de tiempo como el incremento del material vegetal presente y es el único componente del análisis del crecimiento que no requiere el conocimiento del tamaño del sistema asimilatorio. La tasa de crecimiento relativo sirve como una medida fundamental de la producción de materia seca y se puede usar para comparar el comportamiento de especies o los efectos de tratamientos en condiciones estrictamente definidas.

Ruiz (1997) indica que la mayoría de los cultivos tienen mayores tasas de crecimiento, al incrementarse el índice de área foliar, hasta que se alcanza un máximo, después del cual ya no hay respuesta y recomienda que en densidades de siembra se debe considerar el IAF y las tasas de crecimiento de los cultivos.

4.3.7. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)

Hunt (1990) menciona que la tasa absoluta de crecimiento (TAC), que se define como el incremento del material vegetal por unidad de tiempo, y se expresa en g día^{-1} .

Ho *et al.* (1989) describe que en la cuantificación de la demanda, la TAC se puede aplicar para estimar la fuerza de la demanda (FD), ya que $\text{TAC} = \text{FD}$.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.2. Descripción del área experimental

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el rancho La Chancla, ubicado en el ejido San Miguel, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, a 30 Km por la carretera Saltillo-Monclova.

La parcela experimental fue de 2 surcos de 5 m de largo y 3 m de distancia, acolchado con polietileno negro y cintilla de riego, sembrado a doble hilera, a 0.30 m de distancia entre plantas de cada hilera.

5.2.1. Situación Geográfica

Latitud 25° 32' 49" N

Longitud 101° 06' 09" W

Altitud 1300 msnm

5.2.2. Características Climáticas

La zona de Ramos Arizpe se caracteriza por tener una temperatura media anual de 17.7 °C y una precipitación pluvial media anual de 309.9 mm, cuenta con un clima árido o estepario extremo, con lluvias en verano, presentes pero escasas en los meses de junio a septiembre, y en invierno.

Marzo se caracteriza como el mes más seco. Las heladas generalmente inician en noviembre, siendo más frecuentes e intensas de febrero a marzo, en ocasiones pueden presentarse desde octubre y prolongarse hasta el mes de marzo, siendo muy raro en los meses de abril y mayo.

5.2.3. Características Edáficas

La carta CETENAL (1974), clasifica el suelo como yermosol cálcico, con una textura media en los primeros 30 cm; el origen se considera de aluvión con una profundidad superior a los 100 cm, de color pardo amarillento, con alta capacidad de retención de humedad. El suelo se considera apto para la explotación agrícola, con la agricultura bajo condiciones de riego.

5.3. Material Genético Utilizado

El material genético utilizado en este trabajo de investigación fue seleccionado de acuerdo a las características de aceptación de la zona, así como las características deseadas por los productores agrícolas. A continuación se da a conocer el nombre de cada uno de los genotipos híbridos utilizados: PRIMO, PRONTO, CHALLENGER, CHEYENE, HI LINE, CRUISER, DURANGO, APACHE, LAGUNA, CARAVELLE, MAIN PACK; la variedad de polinización libre TOP MARK como testigo.

5.4. Equipo utilizado

1. Integrador electrónico (LI-3100 área foliar).
2. balanza de reloj.

Los muestreos se realizaron en periodos de 16 días. Para la determinación del rendimiento del cultivo, la recolección del fruto se realizó en forma manual y fueron pesados en campo con una balanza de reloj. Estando en el campo, las hojas se dibujaron en papel para poder llevar el tamaño de las hojas al laboratorio para determinar el área de la parte dibujada y pasándolas por el Integrador de área foliar LI-COR 3100 , este aparato determina el área de las hojas.

5.4.2. Parámetros Fisiotécnicos.

A partir de la información obtenida en los parámetros fisiotécnicos evaluados. Los parámetros se compararon para evaluar los índices de eficiencia de productividad del cultivo, y éstos parámetro fisiotécnicos son:

1. Rendimiento ($t\ ha^{-1}$), = RTH
2. Índice de Área Foliar = IAF
3. Relación de Área Foliar ($cm^2\ g^{-1}$) = RAF
4. Tasa Absoluta de Crecimiento ($g\ día^{-1}$)=TAC
5. Tasa de Asimilación Neta ($mg\ cm^{-2}\ día^{-1}$) =TAN
6. Tasa de Crecimiento Relativo ($g\ g^{-1}\ día^{-1}$) =TCR
7. Tasa de Crecimiento Relativo Foliar ($cm^2\ cm^{-2}\ día^{-1}$) = TCRF
8. Peso seco de planta completa (g) = PSPTA
9. Área Foliar de planta completa = (AFPTA)
10. Índice de Cosecha = IC
11. Índice de eficiencia de área Foliar = IEAF

Cuadro 1. Fórmulas y unidades respectivas de los parámetros fisiotécnicos incluidos en la presente investigación.

PARÁMETRO	FÓRMULA	UNIDADES
Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)	$= \frac{PS_2 - PS_1}{t_2 - t_1}$	= g día ⁻¹
Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)	$= \frac{\ln PS_2 - \ln PS_1}{t_2 - t_1}$	= g g ⁻¹ día ⁻¹
Tasa de Crecimiento Relativo Foliar (TCRF)	$= \frac{\ln AF_2 - \ln AF_1}{t_2 - t_1}$	= cm ² cm ⁻² día ⁻¹
Relación de Área Foliar (RAF)	$= \frac{\frac{AF_1}{PS_1} + \frac{AF_2}{PS_2}}{2}$	= cm ² g ⁻¹
Índice de Área Foliar (IAF)	$= \frac{\frac{AF_1}{A_{terr_1}} + \frac{AF_2}{A_{terr_2}}}{2}$	= cm ² foliar planta cm ⁻² terreno
Tasa de Asimilación Neta (TAN)	$= \frac{PS_2 - PS_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{AF_2 - AF_1}$	= mg cm ⁻² día ⁻¹
Índice de Cosecha (IC)	$= \frac{(Rn \text{ m}^{-2})}{(PS \text{ m}^{-2} + Rn \text{ m}^{-2})}$	sin unidad.
Índice de Eficiencia de Área Foliar (IEAF)	$= \frac{Rn \text{ m}^{-2}}{AF \text{ m}^{-2}}$	= Kg m ⁻²

Donde: PS₁ y PS₂. Se refiere a los pesos secos de la planta en muestreos (t).

AF₁ y AF₂. Son los valores de área foliar de la planta, en muestreos (t).

t₁ y t₂. Días transcurridos entre muestreos sucesivos.

A terr₁ y A terr₂. Es el área de terreno que ocupa la planta en muestreos sucesivos.

Rn m⁻², Rendimiento por metro cuadrado.

PS m⁻², Peso seco por metro cuadrado.

PSAF₁ y PSAF₂. Son valores de peso seco de área foliar de la planta, en muestreos (t)

AF m⁻², área foliar por metro cuadrado.

5.5. Análisis de Correlación del Rendimiento ($t\ ha^{-1}$).

Para conocer la relación de IAF, RAF, TAC, TAN, TCR, PSPTA e IC con el Rendimiento en $t\ ha^{-1}$ (RTH), se realizó un análisis de correlación simple basados en los valores medios determinados en los parámetros fisiotécnicos, el cual posteriormente se utilizó para llevar a cabo el análisis de coeficientes de sendero, considerando que estos parámetros posiblemente sean componentes causales del Rendimiento ($t\ ha^{-1}$); tanto el análisis de correlación como el de sendero; se realizaron de manera conjunta considerando los 12 genotipos que se evaluaron en este trabajo de investigación debido a que se busca dar una posible explicación del Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) del cultivo del melón en base a parámetros fisiotécnicos.

5.6. Análisis de sendero.

Reyes y Benavides (1993) describen que el análisis de sendero requiere la obtención de efectos directos y efectos indirectos para cuantificar las vías en el diagrama causal. Los efectos directos los estiman los coeficientes parciales de regresión estandarizados de las variables. Los efectos indirectos, son estimados a partir de productos de coeficiente de correlación por coeficientes de regresión, de tal manera que cuando denotamos una correlación, de hecho estamos englobando los efectos directos e indirectos de una variable dada.

$$r_{1,0} = b_1 + b_2 r_{1,2}$$

efecto directo efecto indirecto

Lo que hace el análisis de sendero es precisamente separar a partir de una correlación, dichos efectos para una mejor visualización y comprensión de nuestro diagrama, así esto se facilita con la construcción de un cuadro de efectos directos (en dirección diagonal) e indirectos que nos permitan una mejor interpretación de los resultados.

	X1	X2.....Xn	ri,0
X1	<u>b1</u>	b2 r1,2.....bn rl,n	r1,0
X2	b1 r1,2	<u>b2</u>bn rl,n	r2,0
.....
.....
Xn	b1 r1,n	b2 r2,n..... <u>bn</u>	rn,0

Como se aprecia, el sistema de análisis de senderos trabaja con ecuaciones simultáneas y al aumentar el número de variables, aumenta la complejidad de su solución; así pues, es preferible resolver un sistema de ecuaciones simultáneas por medio de matrices, entonces lo primero será definir las matrices que engloban a las ecuaciones que se generan, así pues:

Sea A = matriz de correlaciones entre los factores básicos.

$$A = \begin{vmatrix} r_{11}, & r_{12}.....r_{1n} \\ r_{21}, & r_{22}.....r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ r_{1n}, & r_{2n}.....r_{nn} \end{vmatrix}$$

Sea R = Vector de correlaciones entre los factores básicos y la variable de respuesta.

$$R = \begin{pmatrix} r_{10} \\ r_{20} \\ \dots \\ \dots \\ r_{n0} \end{pmatrix}$$

y sea b = vector de coeficientes de sendero.

$$b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}$$

De tal manera que para obtener los coeficientes de sendero, se realizó la siguiente operación matricial:

$$b = A^{-1} * R$$

y para estimar el factor residual:

$$b_n + 1 = [1 - b^t * R^{1/2}]$$

Trabajando con matrices también se puede generar un cuadro que contemple los efectos directos e indirectos, para lo cual se definió D = matriz que contiene los b_i en la diagonal principal y ceros en las demás posiciones.

$$D = \begin{vmatrix} b_1 & 0 & 0 \dots \dots \dots 0 \\ 0 & b_2 & 0 \dots \dots \dots 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 \dots \dots \dots b_n \end{vmatrix}$$

De tal manera que se obtiene una matriz C (Cuadro de efectos directos e indirectos) de la manera siguiente:

$$C = A * D$$

Suponiendo que A y D contienen lo siguiente:

$$A = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{vmatrix} \quad y \quad D = \begin{vmatrix} b_1 & 0 \\ 0 & b_2 \end{vmatrix}$$

Entonces:

$$A * D = C = \begin{vmatrix} b_1 & b_2 r_{12} \\ b_1 r_{21} & b_2 r_{22} \end{vmatrix}$$

Donde:

b_1 y b_2 = efectos directos.

$b_2 r_{12}$ y $b_1 r_{21}$ = efectos indirectos.

Todo el procedimiento anterior expuesto, debido al trabajo tan laborioso que representa para obtenerlo manualmente, se utilizó un paquete estadístico para cálculo matricial denominado MATLAB versión 6.2 de la Universidad de Nuevo México, EUA, dicho paquete se encuentra disponible en la UAAAN.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento

El rendimiento (RTH) del cultivo del melón puede ser el parámetro más importante para los agricultores. Aumentar el rendimiento productivo y estabilizarlo a un menor costo de producción es importante para que el rendimiento agronómico pueda reflejarse en ganancias económicas. Según Scurlock (1988) el rendimiento agronómico es la cantidad de esa productividad que es asignada a la parte útil o cosechada del cultivo.

El genotipo *Caravelle* reflejó un superior rendimiento ($t\ ha^{-1}$) con valor promedio de 69.6 y en el genotipo *Top Mark* se obtuvo el menor rendimiento con valor de 38.5 comparado con los demás genotipos de melón (Figura 1). La variedad *Top Mark*, al no ser híbrido, no explota heterosis y es más susceptible a la enfermedad de cenicilla polvorienta, causado por el hongo *Erisiphe cichoracearum*.

Este resultado obtenido en el genotipo *Caravelle* en rendimiento ($t\ ha^{-1}$) posiblemente sea el reflejo de que este genotipo resultó ser el segundo en obtener mayor valor promedio en: IAF, PSPTA, AFPTA, IC e IEAF comparados entre los 12 genotipos evaluados. Prioul y Schwebel-Dugue (1992) menciona que uno de los factores principales del rendimiento de los cultivos es el tamaño, actividad y duración de la fuente de asimilados que corresponde al área foliar.

6.2. Índice de Área Foliar

El Índice de Área Foliar que se determinó entre los 12 genotipos manifestaron resultados con valores promedios, aunque con menores variaciones (Figura 2). En el genotipo *Main Pack* se calculó el mayor valor alcanzando valores de 8.563 y el menor valor promedio lo manifestó el genotipo *Primo* con 5.910 en éste parámetro fisiotécnico. Según, Muslera y Ratera (1991) reportan que el valor óptimo de IAF depende de la distribución de las partes aéreas de cada especie. Kohashi, (1990) el área foliar está influenciada por las condiciones ambientales como la temperatura, humedad del suelo y nutrimentos, entre otros factores.

Las plantas de melón del genotipo *Main Pack* también manifestaron mayor valor de TCR ($\text{g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$), TCRF ($\text{cm}^2 \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$), PSPTA (g), y AFPTA. Con estos resultados puede interpretarse que el genotipo *Main Pack* es el de mayor eficiencia en acumulación de biomasa. Además éste genotipo manifestó el segundo lugar en mayor valor promedio de TAN comparado con los 12 diferentes genotipos de melón evaluados. De acuerdo a lo anterior, los genotipos que reportan la mayor actividad en acumulación de biomasa en peso seco, sugieren la importancia del IAF y de la TAN como principal manifiesto del sistema que realiza la fotosíntesis en las hojas, lo cual manifiesta la eficiencia fotosintética de las plantas de este genotipo. En un trabajo de investigación realizado en nopal, Murillo (1996) encontró que el peso seco, el índice de crecimiento del cultivo, la tasa de crecimiento relativo del cultivo, la tasa de crecimiento relativo e índice de área foliar presentaron correlaciones altas y positivas con la TAN en los análisis individuales por genotipos.

6.3. Relación de Área Foliar

En este parámetro calculado en los 12 genotipos, la tendencia fue muy parecida con menores variaciones. Sin embargo, el mayor valor promedio (186.787) se obtuvo en el genotipo *Apache* y el menor valor (135.160) lo reflejó el genotipo *Caravelle* (Figura 3).

6.4. Tasa Absoluta de Crecimiento

En éste parámetro TAC, refleja una gran variación entre genotipos (Figura 4). El valor de la TAC más alto lo manifestó el genotipo *Challenger* (6.1468). Sin embargo, los genotipos *Cheyene* y *Cruiser* reflejaron valores poco inferiores a los calculados en el genotipo *Challenger*. En los genotipos *Laguna* y *Durango*, se obtuvieron los menores valores de TAC con valores de 2.7796 y 2.5687 respectivamente. Este genotipo no se pudo observar que reflejara evidencias de que dependiera de los resultados obtenidos en otros parámetros fisiotécnicos.

6.5. Tasa de Asimilación Neta

Los resultados demuestran en el genotipo *Top Mark* el mayor valor (0.00054) de tasa de asimilación neta y el menor valor lo reporta el genotipo *Challenger* con un valor de 0.00032. Además, los resultados obtenidos en el genotipo *Challenger* son muy similares a los valores obtenidos en el genotipo *Caravelle* con valor de 0.00031. Se pudo observar que los valores del TAN presentó una gran variación entre los 12 genotipos de melón evaluados (figura 5). Cabe mencionar que el genotipo *Top Mark* manifestó en los resultados ser el segundo en obtener mayores valores de TCR.

6.6. Tasa de Crecimiento Relativo

En la determinación de este parámetro, la TCR del genotipo *Main Pack* es el valor promedio (0.0788) más alto entre los genotipos. Los genotipos *Challenger* y *Caravelle* manifestaron valores de TCR de 0.0460 y 0.0447 respectivamente, siendo los menores valores comparados con los 12 genotipos (figura 6).

6.7. Tasa de Crecimiento Relativo Foliar

En la tasa de crecimiento relativo foliar (TCRF) se determinó que el genotipo *Main Pack* manifestó superioridad en valor promedio (0.0748) respecto a los demás genotipos. (Figura 7). En los genotipos *Challenger* se encontró el menor valor (0.0432) de TCRF. Se pudo observar variaciones de gran magnitud entre los 12 genotipos evaluados. La asignación de materia seca a un órgano es una función cuantitativa de su tasa de crecimiento potencial en relación con la de otros órganos Marcelis *et al.*, (1996).

6.8. Peso Seco de Planta Completa

El mayor valor de PSPTA se encontró en el genotipo *Main Pack* con valores promedios de 427.05 y el menor valor se determinó en el genotipo *Primo* con valor de 282.80. En general, los resultados de pesos secos de plantas completas presentaron variaciones entre los 12 genotipos comparados (Figura 8).

6.9. Área Foliar de Planta Completa

El genotipo *Main Pack* es el que mayor AFPTA manifestó con valor promedio de 6273.60 y el genotipo *Primo* es el que menor valor (42161.6) presentó. En éste parámetro se observó diferencia en valores promedios entre los 12 genotipos evaluados (Figura 9). Gardner *et al.*, (1985) menciona que el tamaño de la fuente (TF) de fotoasimilados estaría representado por el área foliar, debido a que las hojas poseen los pigmentos que absorben la radiación y las estructuras para asimilar el CO₂ para la fotosíntesis, por tener una superficie grande, muchos estomas por unidad de área, espacios internos de aire y abundantes cloroplastos en sus células.

6.10. Índice de Cosecha

En los resultados calculados en el IC se encontró en el genotipo *Primo* con valor promedio de 0.8356 (Figura 10). Beadle (1988) el índice de cosecha es la proporción de la producción total de biomasa que se destina a las partes cosechadas de la planta. Tanaka y Yamaguchi (1977) mencionan que en el maíz (*Zea mays* L.) más de 90 % del peso de los granos se deriva de los fotoasimilados producidos en las hojas durante el llenado del grano y que son translocados directamente a ellos, por lo que la fotosíntesis después de la polinización es la fuente más importante para la producción de granos. Cabe mencionar que este mismo genotipo también presentó en los resultados el segundo lugar en rendimiento ($t\ ha^{-1}$) entre los 12 genotipos comparados. En el genotipo *Top Mark* se encontró el menor valor promedio con 0.7232 en índice de cosecha.

El valor promedio (0.8243) del IC obtenido en el genotipo *Caravelle* fue muy similar al obtenido en el IC del genotipo *Apache* (0.8176).

6.11. Índice de Eficiencia de Área Foliar

Se observó una gran variación en éste parámetro entre los genotipos evaluados. Sin embargo, el genotipo *Primo* manifestó el mayor IEAF con valor promedio de 0.0341 muy parecido al genotipo *Caravelle* (0.0322). El menor valor se determinó en el genotipo *Top Marck* (Figura 11).

6.12. Análisis de Correlación

Cuadro 2. Matriz de correlación para PSPTA y parámetros fisiotécnicos (IAF, RAF, TAC, TAN, TCR e IC) con el RTH, considerando valores promedios de los 12 genotipos de melón.

	IAF	RAF	TAC	TAN	TCR	PSPTA	IC	RTH
IAF	1.00	-0.40 NS	0.17 NS	0.04 NS	-0.06 NS	0.95*	-0.52 NS	0.05 NS
RAF		1.00	-0.40 NS	0.23 NS	0.47 NS	-0.47 NS	0.24 NS	-0.13 NS
TAC			1.00	-0.47 NS	-0.56 NS	0.05 NS	0.22 NS	0.29 NS
TAN				1.00	0.94*	0.20 NS	-0.60*	-0.66*
TCR					1.00	0.05 NS	-0.41 NS	-0.53 NS
PSPTA						1.00	-0.66*	-0.08 NS
IC							1.00	0.79*
RTH								1.00

IAF= Índice de Área Foliar
 RAF= Relación de Área Foliar
 TAC= Tasa Absoluta de Crecimiento
 TAN= Tasa de Asimilación Neta
 TCR= Tasa de Crecimiento Relativo
 PSPTA= Peso Seco de la Planta completa
 IC= Índice de Cosecha
 RTH= Rendimiento t ha⁻¹

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad
 NS= no significativo estadísticamente

Los resultados completos de este análisis muestran que el IAF está correlacionado de manera significativa con el PSPTA (0.95). El parámetro TAN presentó una correlación significativa con TCR (0.94). Así mismo, el parámetro TAN también presentó una correlación pero negativa con el IC y RTH con -0.60 y -0.66, respectivamente. El parámetro PSPTA presentó una correlación significativa pero negativa con el IC (-0.66). El IC presentó correlación positiva con el RTH. La información completa se presenta en el cuadro 2.

El diagrama causal de efectos directos e indirectos queda representado como se muestra en la Figura 12.

6.13. Análisis de Senderos

Cuadro 3. Coeficiente de sendero de los efectos directos e indirectos para las variables IC, IAF, RAF, TAC, TAN, TCR y PSPTA con el RTH, considerando valores promedios de los 12 genotipos de melón.

	IAF	RAF	TAC	TAN	TCR	PSPTA	IC	RTH
IAF	-0.0024	0.0793	-0.0145	-0.0131	-0.0178	0.6636	-0.6452	0.05 NS
RAF	0.0009	-0.1982	0.0340	-0.0754	0.1392	-0.3283	0.2978	-0.13 NS
TAC	-0.0004	0.0793	-0.0851	0.1541	-0.1658	0.0349	0.2730	0.29 NS
TAN	-0.0001	-0.0456	0.0400	-0.3279	0.2783	0.1397	-0.7445	-0.66*
TCR	0.0014	-0.0931	0.0476	-0.3082	0.2961	0.0349	-0.5087	-0.53 NS
PSPTA	0.0022	0.0931	-0.0043	-0.0656	0.0148	0.6985	-0.8189	-0.08 NS
IC	0.0012	-0.0476	-0.0187	0.1967	-0.1214	-0.4610	1.2408	0.79*

IAF= Índice de Área Foliar
 RAF= Relación de Área Foliar
 TAC= Tasa Absoluta de Crecimiento
 TAN= Tasa de Asimilación Neta
 TCR= Tasa de Crecimiento Relativo
 PSPTA= Peso Seco de la Planta completa
 IC= Índice de Cosecha
 RTH= Rendimiento t ha⁻¹

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad
 NS= no significativo estadísticamente

En el cuadro 3 los coeficientes de senderos o efectos directos se encuentran remarcados con negrita. Puede observarse que hay un efecto directo negativo (-0.0024) de IAF sobre el porcentaje del RTH (Rendimiento t ha⁻¹). Esto puede indicar que, en general, el IAF no influye para aumentar el RTH del cultivo del melón. El IAF afectó de forma indirecta comparativamente grande a la RAF (0.0793). Por otro lado, la RAF afectó de forma directa pero negativa (-0.1982) sobre el RTH. Además la RAF tuvo efecto indirecto en el IC con un valor comparativamente mayor (0.2978). La TAC tuvo un efecto directo pero negativo (-0.0851) sobre el RTH y también tuvo un efecto indirecto mayor (0.2730) en el IC comparado con los demás parámetros. La TAN tuvo efecto directo negativo (-0.3279) sobre el RTH y un efecto indirecto comparativamente grande sobre la TCR. Además, la TAN también tuvo efecto indirecto significativo (al nivel de probabilidad de 0.05) pero negativo sobre el RTH (-0.66).

De acuerdo a lo anterior, dado que tanto el IAF, RAF, TAC y TAN presentaron efectos directos negativos sobre el RTH, puede decirse que los principales índices de eficiencia fotosintética no influyeron en beneficio del Rendimiento $t\ ha^{-1}$ del cultivo de melón. Esto podría interpretarse que para mejorar el RTH de los cultivos no es necesario que las plantas tengan una mayor cantidad de hojas en las plantas. Estos resultados posiblemente sugieren un estudio fisiológico para evaluar el transporte de nutrimentos enfocados a evaluar la relación fuente demanda que manifiesta entre los órganos de la planta, pero que vayan orientados a beneficiar principalmente a órganos de importancia agronómica o económica.

La TCR tuvo efecto directo sobre el RTH. El PSPTA tuvo efecto directo comparativamente grande de 0.6985 sobre el RTH. El IC tuvo un efecto directo de 1.2408 sobre el RTH. A pesar de que el RTH fué afectado de forma directa negativamente con el IAF, RAF, TAC, y TAN, el crecimiento del fruto obtuvieron un buen peso y tamaño. Estas rendimientos, posiblemente, estuvieron en gran medida beneficiados por el efecto de la TCR, PSPTA e IC que manifestaron efectos directos positivos al momento de cosechar.

VII. CONCLUSIONES

1. El genotipo *Main Pack* fue el de mayor acumulación de biomasa y área foliar al obtener los mayores valores de IAF, AFPTA, TCR, TCRF y PSPTA. Esto indica que *Main Pack* manifestó ser el genotipo con mayor eficiencia en el crecimiento de las plantas. Además manifestó el segundo lugar en TAN.
2. El mayor rendimiento (RTH) se encontró en el genotipo *Caravelle*, en el cual se observó que, al parecer, el rendimiento fue influenciado por el IEAF, IAF, PSPTA, AFPTA, e IC al manifestar los segundos lugares de estos parámetros evaluados; demostrando que su rendimiento depende en gran medida de la traslocación de fotosintetizados y de la fuerza de demanda de sus órganos de interés económico. Además manifestó los menores valores de RAF, TAN y TCR.

3. El genotipo *Primo* manifestó el mayor valor de IC e IEAF. Además obtuvo el segundo lugar en mayor RTH; pero manifestó los menores valores de IAF, PSPTA y AFPTA. Este genotipo fue el más eficiente en la traslocación y acumulación de fotosintetizados en los órganos de importancia económica.
4. El IAF, RAF, TAC y el TAN manifestaron efectos directos negativos. Esto indica que afectaron la obtención de un mejor rendimiento del cultivo de melón.
5. La TCR, PSPTA y el IC, fueron los índices de eficiencia que determinaron el RTH del cultivo de melón. Reflejando efectos directos positivos, demostrando la importante relación que existe entre estos parámetros fisiotécnicos con el rendimiento del cultivo de melón.

VIII. RECOMENDACIONES

Sería interesante realizar estudios anatómicos-fisiológicos para estudiar las relaciones entre el rendimiento de la parte económicamente importante de los cultivos y el tamaño del floema en tallos, lo que daría elementos para considerar la importancia del sistema de transporte en relación al rendimiento de los cultivos.

IX. LITERATURA CITADA

Beadle, C.L. 1988. Análisis del Crecimiento Vegetal. En : Coombs, J.D.O. Hall, S.P. Long y J.M. Scurlock (Editores). Técnicas en Fotosíntesis y Bioproduktividad. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Edo. de México, México.

Charles E. , D. A., D. Doley, and G. M. Rimmington. 1986. Modelling Plant Growth and Development. 1a Ed. Academic Press Australian.

Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press.

González , H. V. 2003. Fisiotécnia Vegetal Avanzada. Apuntes del curso. Programa de Genética-IRGP, Colegio de Postgraduados.

Ho, L. C., R. I. Grange, and A. F. Shaw. 1989. Source / Sink regulation. In. Baker, D. A. (ed.). Transport of Photoassimilates. Longman Group U K Limited.

Ho, L.C. 1996. The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate compartmentation in fruit in relation to the quality and yield of tomato. Journal of Experimental Botany. 47: 1239-1243

Hunt, R. 1990. Basic Growth Analysis. Unwinn Hyman. London.

Kohashi, J. S. 1990. Aspectos de la Morfología y Fisiología del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su Relación con el Rendimiento. Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo. de México, México.

Leal, L. V. M. 1999. Estudio fisiológico y anatómico de la proliferación en maíz (*Zea mays* L.) Tesis Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands. Aspects of forage plant populations in grazed swards. Proceedings XIX International Grassland Congress. Brazilian Society of animal Husbandry-Sociedade Brasileira de Zootecnia. Sao Pedro. San Paulo. Brasil.

Loiza, V. J. M. 1986. Crecimiento y aprovechamiento de la energía solar del maíz en asociación con frijol. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Long, S. P. J. E. Hallgren. 1988. Medición de la asimilación de CO₂ por las plantas en el campo y el laboratorio. En : Coombs, J.D.O. Hall, S.P. Long y J.M. Scurlock (Editores). Técnicas en Fotosíntesis y Bioproductividad. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Edo. de México, México.

Marcelis, L. F. M., J. L. May, D. A. Baker, and K. L. Oparka. 1996. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. Journal of Experimental Botany. 47 (Special Issue): 1281-1291.

Mendoza C., M. C. 1993. Algunos factores fisiológicos y anatómicos que afectan la relación fuente-demanda en maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.

Morley, F. H. W. 1981. Management of grazing systems. Grazing animals. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, The Netherland.

Murillo A., B. 1996. Parámetros fisiotécnicos de eficiencia y productividad de nopal verdura (*Opuntia spp*) bajo condiciones de producción intensiva. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México.

Muslera, P. E. y Ratera G. C. 1991. Praderas y Forrajes, producción y aprovechamiento. Segunda edición. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Prioul, J. L., and N. Schwebel-Dugué. 1992. Source-sink manipulations and carbohydrate metabolism in maize. *Crop Science*. 32: 751-756.

Reyes V., M. H. y A. M. Benavides. 1993. El análisis de senderos en la investigación agronómica. Folleto de Divulgación Vol. III No. 4. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Rojas G., M. 1972. *Fisiología Vegetal Aplicada*. Mc Graw-Hill. México.

Ruiz, V. J. 1997. *Manual de Fisiotécnica Vegetal* Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Oaxaca, Oax. México.

Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamérica, México.

Scurlock, J. M. O., S. P. Long, D. O. Hall y J. Coomb. 1988. Introducción. En: Coombs, J.D.O. Hall, S.P. Long y J.M. Scurlock (Editores). *Técnicas en Fotosíntesis y Bioproductividad*. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Edo. de México, México.

Sonnewald, U. and L. Willmitzer., 1992. Molecular approaches to sink-source interactions. *Plant Physiology*. 99: 1267-1270.

Stoy, V. 1977. Interrelationships among photosynthesis, respiration, and movement of carbon in developing crops. In: *Physiological aspects of crop yields*. Ed. J. D. Eastin, F. A. Haskins, C. Y. Sullivan y C. H. M. Vanbavel. 4th edition. ASA. Wisconsin, USA.

Tanaka, A. and J. Yamaguchi. 1977. *Producción de Materia Seca, Componentes de Rendimiento de Grano de Maíz*. Traducido al español por J. Kohashi S. Rama de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Walker, A. J. and L. C. Ho., 1977. Carbon translocation in the tomato: carbon import and fruit growth. *Annals of Botany*. 41: 813-823.

Yágodin, B. A. 1986. *Agroquímica*. Editorial Mir. Moscú. Vol. I.

RESUMEN DE TESIS
ÍNDICES DE EFICIENCIA PRODUCTIVA EN EL CULTIVO DE 12 GENOTIPOS DE MELÓN (*Cucumis melo* L.)
BAJO CONDICIONES DE CAMPO.

POR:

JUAN ESPINOSA GUTIÉRREZ

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DE 2004.

El propósito de la mayoría de los programas de mejoramiento es aumentar y estabilizar el rendimiento a un costo de la producción que maximice los rendimientos económicos principalmente a los agricultores. En recientes estudios de fotosíntesis, respiración, rendimiento y su relación con la duración de las etapas de desarrollo de la planta de cultivo se ha encontrado variación genética en los procesos fisiológicos determinantes de la producción, por lo que la presente investigación está enfocada al estudio de algunos factores fisiológicos que suceden durante el crecimiento de las plantas de melón utilizando índices de crecimiento que reflejan los componentes fisiológicos de la producción y para determinar las eficiencia productiva entre diferentes genotipos y su relación con el rendimiento del cultivo del melón. Un método conveniente para estudiar la fisiología del rendimiento es mediante el análisis del crecimiento de la biomasa. Para el análisis cuantitativo del crecimiento se utiliza una serie de parámetros fisiotécnicos que pueden ser utilizados para evaluar el comportamiento de una variedad o genotipo a través de su ciclo de crecimiento y desarrollo, así como también para tratar de explicar las bases fisiológicas de la producción, ya que el cálculo de los diferentes parámetros se basa en el peso seco y el área foliar, principales resultantes de los procesos fisiológicos determinantes del rendimiento económico final de los cultivos.

