

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**CARACTERIZACIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE ALBAHACA  
(*Ocimum basilicum* L.) ORGÁNICA EN DIFERENTES SISTEMAS  
DE PRODUCCIÓN**

**POR**

**VICTORIANO ALARCÓN MIRANDA**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**Marzode 2013**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

CARACTERIZACIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum*  
L.) ORGÁNICA EN DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

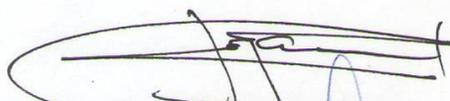
**POR:**

VICTORIANO ALARCÓN MIRANDA

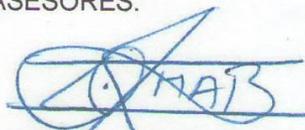
**TESIS**

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÓNOMO

REVISADA POR EL COMITÉ DE ASESORES:



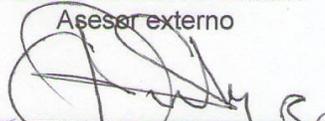
Dr. Alejandro Moreno Reséndez  
Asesor principal



Dr. Bernardo Murillo Amador  
Asesor externo



MC. José Simón Carrillo Amaya  
Asesor



Dr. José Luis Puente Manriquez  
Asesor



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México

Marzo de 2013

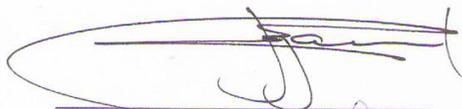
Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. VICTORIANO ALARCÓN MIRANDA QUE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

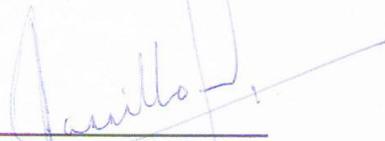
INGENIERO AGRÓNOMO  
APROBADA POR:



Dr. Alejandro Moreno Reséndez  
Presidente



Dr. Bernardo Murillo Amador  
Vocal



MC. José Simón Carrillo Amaya  
Vocal



Dr. José Luis Puente Manríquez  
Vocal suplente



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Marzo de 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

Antes que a nadie agradezco a dios por haberme permitido dar un paso más en mi vida profesional, gracias dios de donde quiera que estés guiando mis pasos por el mejor camino gracias.

A mi Alma Terra Mater que me acobijo toda mi carrera, por ser una universidad de alta calidad pero sobre a cada uno de los maestros.

Con el respeto que se merece el Dr. Alejandro Moreno Resendez, por la gran paciencia que tuvo, además por compartir sus experiencias, de veras Dr. Muchas gracias lo admiro y respeto por ser un profesional en toda la extensión de la palabra.

Al Dr. Bernardo Murillo Amador, por el gran apoyo en la realización de este trabajo por dejar ser parte de este proyecto, porque es un privilegio trabajar a su lado y poder adquirir conocimientos que sin duda serán de gran valía en mi desarrollo profesional gracias Dr. Murillo.

Al MC. Jose Simon Carrillo Amaya, por su apoyo en la realizacion y sus sabios cosejos en este trabajo, por transmitir conocimientos muy nesesarios en mis estudios.Dr. Jose Luis Puentes Manriquez, por ser un profecional, capaz de tranmitir grandes conocimientos, y por su apoyo para la realizacion del trabajo.

A IBQ. Sonia Gpe. Rocha Meza y IBQ. Maria Dolores Rondero Astorga, por brindarme su apoyo en el laboratorio, comprenderme por no ir a veces hacer los

análisis y no echarme de cabeza con el Dr. Murillo gracias de corazón. Gracias también a la Dra. Alejandra Nieto Garibay.

A los compañeros de trabajo del CIBNOR de campo, al Ing. Saúl Edel Briseño Ruiz, Pedro Luna García, Miguel Díaz Ramírez, Ernesto Díaz Rivera, María del Carmen Mercado Guido, Lidia Hiraes Lucero, gracias por su apoyo se los agradezco mucho aunque a veces me cargaban de trabajo pero bueno a eso fui al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), a también a los Ingenieros; David Hernández Vázquez, Luis Emitterio Morales Prado, al M.D. Rodolfo Alberto Sosa y Silva Carballo, Ing. Bioquímico Antonio Gutiérrez Galicia, por su apoyo en todo momento, y hacer mi estancia más placentera en el CIBNOR y en la paz baja california sur.

María del Carmen Mercado Guido, Lidia Hiraes Lucero, por sus consejos y enseñanzas en el trabajo.

Dulce María Jara León, Silvia Edén Virgen Silva, también les agradezco de corazón que gracias a ustedes mi estancia en el CIBNOR fue más agradable.

A todas aquellas personas que omito pero siempre me han brindado su apoyo y amistad les digo gracias lo hemos logrado.

## DEDICATORIAS

A mis padres: por estas siempre ahí y ayudarme a realizar este logro con sus consejos, siempre me brindaron su apoyo y amor en todo momento, no solo en mis estudios sino también en mi vida social, mi padre Victoriano Alarcón López, que tuve la dicha de llamarme como tú, un poco duro pero lo quiero mucho por su gran ejemplo que siempre nos puso a mí y mis hermanos, mi madre Pabla Elena Miranda Parral mami como tú no hay dos eres ejemplo a seguir, siempre luchando trabajando por nuestro bienestar, mamita te quiero mucho, te amo mami no cabe duda que dios me dios me dio la mejor mama del mundo, no sé cómo agradecerte y pagarte todo lo que ha hecho por mí y mis hermanos, papi, mami los quiero y los amo mucho gracias por todo.

A mis hermanos: este trabajo también es suyo, gracias por ser mis hermanos, no cabe duda que los mejores, gracias por apoyarme en todo momento en mis estudios en mi vida diaria por sus consejos, los quiero y los amo mucho gracias los quiero.

A mis abuelos, en especial a mi Abuelita: Francisca López Ávila, de ti tampoco me olvido aunque ya no estés con nosotros, donde quiera que estés este logro también es tuyo, fuiste como una segunda madre para mí siempre apoyándome en todo momento, consintiéndome en todo, te extraño mucho estés donde estés nunca te olvidare. Tíos, primos y sobrinos gracias a todos los

quiero, a tía Profesora Eusebia Francisca Miranda Parral no crea que me olvido de usted gracias a usted también he llegado hasta donde estoy ahorita por sus consejos y apoyos también su esposo e hija también gracias los quiero mucho. Amigos y compañeros, también comparto este logro.

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
1.1   .- Objetivos .....	9
1.2   .-Hipótesis.....	9
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
2.1   .- Agricultura Protegida.....	10
2.2   .- Agricultura orgánica .....	11
2.3   .- Composición química de la albahaca.....	12
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 Área de estudio.....	17
3.2 Preparación de la muestra de hojas de albahaca para el análisis proximal .....	19
3.3 Contenido de agua de las plantas fresca .....	20
3.4 Determinación ceniza .....	20
3.5 Análisis de proteínas cruda.....	21
3.6 Análisis de lípidos crudos.....	21
3.7 La fibra cruda .....	21
3.8 Energía.....	21
3.9 Extracto libre de nitrógeno .....	21
3.10 El análisis estadístico .....	22
<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>23</b>
<b>V.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>VI.-LITERATURA CITADA.....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
1	Cuadro 1. Plagas, enfermedades, productos y dosis aplicadas en el desarrollo de los 24 genotipos de albahaca evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C. 2012.....	19
2	Valores promedios para contenidos de proteína y fibra cruda de 24 genotipos de albahaca evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C. 2012.....	25
3	Valores promedios de contenido de cenizas y energía de 24 genotipos de albahaca, evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C.;2012.....	27
4	Valores promedios de contenido de lípidos crudos y extracto libre de nitrógeno de 24 genotipos de albahaca, evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C.; 2012.....	32
5	Valores promedios de contenido de contenido de humedad de 24 genotipos de albahaca, evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C.; 2012.....	33
6	Cuadrados medios y coeficiente de variación de las características de calidad de veinticuatro genotipos de albahaca ( <i>O. basilicum</i> L.) evaluada en La Paz B.C.S. en condiciones de casa sombra y cielo abierto en el 2012.....	34
7	Cuadrados medios y coeficiente de variación de las características de calidad de veinticuatro genotipos de albahaca ( <i>O. basilicum</i> L.) evaluada en La Paz B.C.S. en condiciones de casa sombra y cielo abierto en el 2012.....	35

## RESUMEN

La Albahaca dulce (*Ocimum basilicum* L.) es un cultivo de hierbas para los mercados de hojas frescas, secas, semillas y aceite esencial. El objetivo de este estudio fue investigar diferentes escenarios, considerando dos sistemas de producción, para encontrar la mejor opción ambiental, sin pérdida de la calidad en la composición química, de veinticuatro genotipos de albahaca dulce en Baja California Sur, México. Los Veinticuatro genotipos de albahaca dulce (“Nufar, Finissimo, Sweet Mammoth, Edwina, Emily, Eonwy, Genovese, Marian, Martina, Rubin Roz, Red Rubin, Mrs. Burns, Sweet Dani, Sweet Genovese, Sweet Thai, Cinnamon, Lemon, Italian Large Leaf, Purple Ruffles, Licorice, Lettufe Leaf, Spicy Globe, Dark Opal, y Siam Queen”) se cultivaron en dos entornos, tanto en casa sombra y campo abierto, y se evaluaron las variables proteína cruda, fibra cruda, cenizas, extracto libre de nitrógeno, energía, y contenido de humedad. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los genotipos su interacción y condiciones ambientales. La albahaca dulce puede acumular niveles altos o moderados de importantes componentes nutricionales con concentraciones afectadas por factores ambientales y genéticos. Sweet Mammoth y Purple Ruffles tienen potencial como nuevas variedades con la

composición química de alto valor nutritivo para Baja California, México. En términos generales, la mayoría de las variables mostraron valores mayores en ambiente de campo abierto.

**Palabras clave:** casasombra, cielo abierto, composición química y genotipos.

## ABSTRACT

Sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) is a popular culinary herbal crop grown for fresh or dry leaf, seed markets, and essential oil. The aim of this research was to investigate different scenarios considering two systems production to find the best environmental option without loss of quality in chemical composition of twenty-four sweet basil genotypes in Baja California Sur, Mexico. Twenty-four genotypes of sweet basil (“Nufar, Finissimo, Sweet Mammoth, Edwina, Emily, Eonwy, Genovese, Marian, Martina, Rubin Roz, Red Rubin, Mrs. Burns, Sweet Dani, Sweet Genovese, Sweet Thai, Cinnamon, Lemon, Italian Large Leaf, Purple Ruffles, Licorice, Lettuce Leaf, Spicy Globe, Dark Opal, and Siam Queen”) were grown in both shadow-hose and open-field environments and were evaluated for plant proximate. The results showed significant differences between genotypes and environmental conditions and their interaction. The current study demonstrates that sweet basil has high concentrations of crude protein, crude fiber, ashes, NFE, energy, and moisture content. Sweet basil can accumulate high or moderate levels of nutritionally important components with concentrations affected by both environmental and genetic factors. Sweet Mammoth and Purple Ruffles have potential as new variety with high value nutritional chemical composition for Baja California, Mexico. In general, most of variables showed greater values in open-field environment.

**Keywords:** chemical composition, genotypes, open-field, shadow-house.

## I.- INTRODUCCIÓN

La albahaca dulce (*Ocimum basilicum* L.) es una hierba culinaria popular que se originó en la India, África y el sur de Asia y actualmente es cultivada en todo el mundo (Makri y Kintzios, 2007; Nacar y Tansi, 2000; Putievsky y Galambosi, 1999; Grayer *et al.*, 1996). Es una planta anual perteneciente a la familia lamiaceae (Hooker, 1885), que se consume fresca y como un ingrediente importante demandado por la industria alimentaria, el cultivo de esta hierba originalmente tenía importancia económica en países europeos y asiáticos (Garibaldi *et al.*, 1997). La albahaca, conocida también como albacar y ahbenga, albahaca dulce, es una especie aromática, producida principalmente por España, Italia, Francia, Egipto, y México, además de Canadá, Hungría y Alemania (Grayer *et al.*, 1996; Garibaldi *et al.*, 1997; Adigüzel *et al.*, 2005).

La albahaca es una planta herbácea, mide de 20-60 cm de largo y puede alcanzar hasta 1.0 metro de altura, posee tallos cuadrangulares o pubescentes, ramas peludas de forma triangular, redonda o irregular, con flores de color negro-púrpura (Blanket *al.*, 2004). Además, presenta pequeñas hojas pecioladas, opuestas, ovadas u ovado-lanceoladas, dentadas o casi enteras, glabras y verdes o bien púrpura, numerosas flores sésiles que se juntan en el ápice de las ramas y dispuestas en espigas o racimos cortos, con diferentes

colores dependiendo de la variedad (blanco, blanco amarillento, rosa, morado, rojo o lila), el fruto es un aquenio, con semillas oblongas, azul-negro, y pequeñas (Hertwig, 1986).

El género *Ocimum* está representado por más de 150 especies y tiene una amplia distribución geográfica por todas las regiones de clima tropical y subtropical, por lo que presenta grandes variaciones en sus características morfológicas, tales como el hábito de crecimiento, color de las hojas, tamaño y forma y composición aromática (Makri y Kintzios, 2007). Algunas de estas especies son *O. gratissimum*, *O. basilicum*, *O. americanus* y *O. tenuiflorum* (Marotti *et al.* 1996).

Las hierbas aromáticas son usadas extensivamente en alimentos por su aroma y sabor, las hojas de la albahaca pueden emplearse frescas o secas, como especia. El método más utilizado para comercializar albahaca, en el área de los alimentos, es la deshidratación, mediante la cual se mejora su conservación, promoviendo la disminución del crecimiento microbiano (Lee *et al.* 2004). Estas plantas tienen diferentes valores nutricionales y medicinales, por lo que sus efectos sobre el hombre también difieren, algunas de estas plantas son más médicamente válidas por algunas personas, mientras que para otras sólo pueden conocer más de su valor nutricional, sin embargo se ha descubierto que la mayoría de estas plantas son empleadas como medicamento nutricional. La albahaca dulce también se utiliza ampliamente para añadir un distintivo aroma y sabor a los alimentos como: ensaladas, pizzas, carnes y sopas. Es bien sabido

que la presencia de aceites esenciales determina su composición, el aroma específico y el sabor de la planta como condimento, además los aceites esenciales de especias o hierbas también se podrían utilizar como ingredientes funcionales (Viuda-Martos *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2005).

De hecho, los extractos de aceite esencial, de hojas frescas y flores de albahaca, pueden ser utilizados como aditivos de aroma en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos (Marotti *et al.*, 1996; Khalid, 2006). Las plantas de *O. basilicum* son ampliamente utilizadas por sus propiedades terapéuticas, así como para fines aromáticos y culinarios y se consume como condimento en forma seca y fresca (Lee *et al.*, 2005). Tradicionalmente, la albahaca se ha utilizado como planta medicinal en el tratamiento de dolores de cabeza, tos, diarrea, estreñimiento, verrugas, gusanos y mal funcionamiento renal (Khalid, 2006).

De acuerdo con Morales y Simon (1996), la albahaca puede cultivarse como planta medicinal, especia, condimento para cocinar, fuente de aceites esenciales para su uso en los alimentos, sabores y fragancias, y como planta ornamental en jardines y macetas. La mayoría de los cultivos de albahaca están relativamente concentrados en zonas con un clima suave en invierno, cuando el clima típico es generalmente más favorable y más aún, bajo la protección de un invernadero (Montero *et al.* 2009). El cultivo en invernaderos a menudo ha sido percibido por los consumidores como una tecnología artificial, que se caracteriza por la baja calidad nutricional del producto final, el uso intensivo de

productos químicos y con respecto a la infraestructura con un gran impacto visual (Muñoz *et al.*, 2008).

La producción de albahaca orgánica es la actividad económica más rentable en la rama agrícola de Baja California Sur (BCS). La albahaca orgánica de este estado se comercializa en los Estados Unidos de Norteamérica y en otros países donde prevalece la cultura de la producción y consumo de alimentos y otros productos generados en los sistemas de producción orgánicos. A la albahaca se le reconoce por contener un número de compuestos orgánicos únicos en sus hojas que favorecen la salud humana (Juliani y Simón, 2002).

La producción de hierbas finas (culinarias y aromáticas), puede ser una alternativa de producción bajo condiciones de invernadero, especialmente en sistemas hidropónicos, cabe mencionar que México es el principal proveedor de albahaca verde, cilantro (*Coriandrum sativum*L.) y perejil (*Petroselinum sativum*Mill.) a EE. UU (Minero, 2004). Los estados de México;Morelos, Baja California Sur, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala son los principales productores de hierbas aromáticas de exportación, alguna de éstas bajo certificación orgánica (Pérez, 2009).

En algunos estudios se ha demostrado que la calidad del crecimiento, el rendimiento y la fruta de las especies de plantas pueden ser influenciados por sus factores genéticos potenciales y ambientales, tales como temperatura,

radiación y el injerto (Dumas *et al.*, 2003; Dorais *et al.*, 2008; Rouphael *et al.*, 2010).

### **1.1.- Objetivos**

Evaluar el comportamiento de 24 genotipos de albahaca orgánica desarrolladas bajo condiciones de campo abierto y casa sombra.

Realizar la caracterización químico proximal de 24 genotipos de albahaca.

### **1.2.-Hipótesis**

Si las características químicas de las plantas varían en relación al genotipo y los factores climáticos de producción, se espera una diferenciación en el análisis químico proximal de albahaca considerando los genotipos y las condiciones del cultivo.

## **II.- REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1.- Agricultura Protegida**

Se define a la agricultura protegida como una serie de técnicas, o sistemas de producción, que permiten modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos, con el propósito de alcanzar un crecimiento vegetal óptimo y, con ello, un alto rendimiento, o bien obtener cosechas en fechas en las que, con los cultivos conducidos tradicionalmente, éstos no pueden obtenerse si no es con un alto riesgo (Cánovas, 2005).

Juárez (2011) menciona que la agricultura protegida se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el ambiente impone al desarrollo de las plantas. Así, mediante el empleo de diversas cubiertas se reducen las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales. A través de los años, pero sobre todo en las últimas décadas, se han desarrollado varios tipos de estructuras para la protección de las plantas que plantean diferentes alternativas generando condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de cultivos, de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada especie y en concordancia con los factores climáticos de cada región.

En México, la agricultura protegida está en amplio crecimiento y desarrollo, en el año 2008 se reportaron alrededor de 10 000 ha, y en 2010 se reportaron 11 760 ha de superficie con estructuras protegidas (SAGARPA, 2011).

Shany (2004) comenta que considerando la decisión de proteger el cultivo, la única justificación para el desarrollo bajo invernadero es cuando el beneficio económico obtenido es significativamente mayor, comparándolo con un cultivo a campo abierto.

## **2.2.- Agricultura orgánica**

Según la FAO (2009) "La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agro ecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo". La filosofía de la agricultura orgánica se basa en ausencia de plaguicidas y fertilizantes inorgánicos, pero el uso de prácticas fitosanitarias y de producción a partir de procesos y controles naturales y biológicos en busca de obtener mayor calidad nutricional en la producción, con el fin preservar el ecosistema (Rosas, 2003). Por otra parte, los estudios se ha demostrado que los factores ambientales juegan un papel muy importante en la síntesis de metabólicos secundarios y nutrición en las plantas (Treutter, 2006), en particular tiene el potencial de impactar de impactar en gran medida la producción fenólica (Parr y Bolwell, 2000).

Zamorano (2005) señala que la agricultura orgánica ha despertado gran interés, no solo en los sectores que están relacionados con el sector agropecuario y la economía rural en su conjunto, sino también en amplios sectores de la sociedad. Este gran interés empezó en los países desarrollados hace ya más de dos décadas. La reconversión progresiva hacia la agricultura orgánica, la investigación, las actividades de transformación, comercialización y consumo de productos, también llamados biológicos, ha registrado un comportamiento de gran dinamismo en los últimos años. La FAO (2009) ha destacado que Japón, la Comunidad Europea y Estados Unidos, son los principales consumidores de productos orgánicos, los cuales tienen un sobre precio, del orden del 40 %, esta situación es similar a los sobreprecios, entre 30 y 40 %, que se manejan en México (López, 2004).

Schlermeler (2004) menciona que va en aumento la producción orgánica en el mundo, al respecto Macilwain (2004) comenta que la agricultura orgánica ha revolucionado sin perder la esencia de su fundamento, la materia orgánica.

### **2.3.- Composición química de la albahaca**

Todos los alimentos, incluyendo los deshidratados, contienen cierta cantidad de agua, de ahí la importancia de determinar con precisión en qué cantidad se encuentra presente, ya que el agua es un factor determinante en la inhibición o propagación de las diferentes reacciones químicas enzimáticas o microbiológicas que pueden aumentar o reducir el valor nutritivo y la calidad de los alimentos (Badui, 1986).

La albahaca muestra diferencias significativas en el contenido de aceite esencial y su composición, que depende del genotipo, etapa de desarrollo o las condiciones ambientales. En algunos estudios se ha demostrado que la calidad del crecimiento, el rendimiento y la fruta de las especies vegetales pueden ser influenciados por sus factores genéticos potenciales y ambientales, tales como temperatura, radiación y el injerto (Dumas *et al.*, 2003; Dorais *et al.*, 2008; Rouphael *et al.*, 2010).

Los extractos vegetales y aceites esenciales contenidos en las plantas conocidas como «plantas aromáticas» tienen potencial como antibióticos, como promotores de crecimiento, por tener propiedades bactericidas, bacteriostáticas, fungicidas, virales, y son considerados inocuos (Lara y Lara *et al.*, 2009).

Los aceites grasos son aceites vegetales líquidos a temperatura ambiente, el frío los perturba y los solidifica. Son insolubles en agua, pero muy solubles en los disolventes orgánicos, como el cloroformo y la acetona. Los aceites grasos se utilizan generalmente para la fabricación de remedios con fines alimentarios e industriales (Volak y Stodola, 1989 y 1990).

Los lípidos son aquellas moléculas orgánicas, denominadas también como biomoléculas, presentes en el tejido de los animales y las plantas, los cuales pueden ser separados o aislados con solventes de baja polaridad tales como: tetracloruro de carbono, cloroformo, éter de petróleo, éter etílico, bencina, benceno, tolueno, mezclas de benceno o tolueno y etanol en proporción 2:1.

También, se encuentran en la madera dentro de sustancias extraíbles en disolventes poco polares (Bailey, 1984;). Lintas (1992), dice que en general las verduras de hojas son alimentos con bajo contenido de lípidos, por lo tanto el consumo de éstas es una ventaja para la salud para evitar la obesidad.

Sánchez *et al.* (2000) realizaron un experimento donde utilizaron *O. basilicum*, variedad *lactucaefolium* en la cual obtuvieron cenizas totales en un rango del 11 al 15 %, con una diferencia marcada según la procedencia de las muestras. Los porcentajes de sustancias extractivas en agua muestran un amplio rango del 15 al 27 %, se comportan de forma análoga las sustancias extractivas en alcohol al 70 %, en tanto se obtienen resultados en los aceites esenciales superiores al 0.5 % que es el valor reportado.

Sarfraz *et al.* (2011) efectuaron un experimento sobre la composición química de la *O. basilicum*, los resultados mostraron que el contenido de humedad de las hojas y flores es muy alto en comparación con las semillas. El mayor contenido de humedad, 86.35%, se registró en las hojas de albahaca, mientras que los contenidos de humedad en flores y semillas fueron de 80.5 y 5.20%, respectivamente. Por su parte, el contenido de proteínas en las muestras de hojas y flores de albahaca fueron 4.2 y 3.3%, respectivamente. Las semillas de albahaca mostraron un contenido de proteína cruda de 11.4%. Mientras que el contenido de lípidos crudos en las semillas de albahaca fue de 20.2%, mientras que en las hojas y flores presentaron cantidades de 0.2 y 0.8%, respectivamente, es decir cantidades muy bajas en comparación con la semilla.

En el caso del contenido de cenizas en las semillas la albahaca registró un 6.3%, mientras que en las hojas y flores los contenidos fueron 2.1 y 1.5%, respectivamente, estos valores fueron inferiores a los obtenidos en la semilla. La razón del elevado contenido de humedad en las muestras pudo reducir significativamente los resultados.

Maisuthisakul *et al.* (2008) desarrollaron un experimento donde compararon la relación que hay entre la composición química y las propiedades antioxidantes de algunas plantas tailandesas utilizando hojas jóvenes de albahaca. Usaron hojas jóvenes de *O. basilicum* y *O. sanctum* L. el contenido de humedad encontrado en estas dos plantas fueron valores muy altos de 89.8 y 87.6%, respectivamente. En lo que respecta a las cenizas registraron valores de 11.8% para *O. basilicum* y 12.9% para *O. sanctum*, mientras que para proteínas valores de 15.3 y 17.7%, respectivamente. En el caso de fibra las hojas de albahaca mostraron valores más altos en *O. basilicum* de 6.7%, mientras que en *O. sanctum* de 3.2%. Respecto a la energía obtuvieron valores 327.7 y 305.4 Kcal en *O. basilicum* y *O. sanctum* respectivamente.

Ifesan *et al.* (2006) llevaron a cabo un experimento donde evaluaron la actividad antioxidante de *Ocimum* sp. En la composición proximal de *O. basilicum* y *O. gratissimum* L., registrando valores de humedad de 9.35 y 8.11%, respectivamente. En el caso de lípidos los valores registrados en *O. gratissimum* y en *O. basilicum* fueron de 11.78 y 14.38%. Mientras que para las proteínas los porcentajes resultaron casi iguales, para *O. gratissimum* y *O.*

*basilicum* con valores de 20.18 y 20.15%, respectivamente. En el caso de cenizas los valores que mostraron fueron de 15.62 y 13.25% para *O. gratissimum* y *O. basilicum*, respectivamente, mientras que de fibra cruda los contenidos que se obtuvieron en las dos albahacas fueron 8.70 y 6.73 %, respectivamente.

Emeka y Chimaobi (2012) realizaron un análisis para obtener la composición química de hojas de *O. gratissimum* y obtuvieron valores para cenizas: 4.28 a 5.56%; lípidos: 4.65 a 6.21%; fibra cruda: 9.68 a 11.30%; humedad: 30.35 a 34.05%; proteína: 5.02 a 6.77% y carbohidratos: 78.22 a 87.23%.

Idris *et al.* (2011) desarrollaron un análisis proximal en *O. gratissimum*, obteniendo los siguientes valores en los parámetros de; contenido de humedad: 82.60%; cenizas: 13.67%; proteína cruda: 3.33%; lípidos crudos: 8.50%; fibra cruda: 9.52% para muestras de las hojas. Mientras que en los tallos los parámetros registrados fueron; contenido de humedad: 82.60%; cenizas: 13.67%; proteína cruda: 1.65%; lípidos crudos: 3% y fibra cruda: 19.65%.

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Área de estudio**

La investigación se realizó en condiciones de campo en La Paz, ubicado en una zona semiárida de Baja California Sur, al noroeste de México (24° 08'09.73"N, 110° 25' 41.73" W), a 7 metros sobre el nivel del mar. Las temperaturas media, máxima y mínima, en campo abierto fueron 19.2, 35.3 y 5.3 °C con 60% de humedad relativa, mientras que en la casa sombra fueron 21.0, 45.4 y 5.1 °C con 63% de humedad relativa durante el desarrollo del cultivo de albahaca (noviembre de 2011 a abril, del 2012). Las observaciones meteorológicas se obtuvieron de una estación meteorológica automática situada en el área de estudio. El sitio experimental tiene un clima Bw (h') hw (e) considerado como semiárido donde predomina la vegetación xerófila (García, 1981). Los suelos se caracterizan por las buenas condiciones de aireación y penetrabilidad de las raíces de plantas, con un medio de retención de agua bajo en el suelo por su alto contenido de arena, pH neutro en la superficie y ligeramente alcalino entre 20-60 cm de profundidad, con bajo contenido de materia orgánica (menos del 1%).

Los veinticuatro genotipos de *O. basilicum* seleccionados fueron evaluados por análisis proximal foliar en cielo abierto y casa sombra. Los genotipos estudiados fueron: Nufar (testigo), Finissimo, Mammoth Sweet, Edwina, Emily, Eonwy, Genovese, Marian, Martina, Rubin Roz, Red Rubin, la Mrs. Burns, Sweet Dani, Sweet Genovese, Thai Sweet, Cinnamon, Lemon, Italian Large Leaf, Purple Ruffles, Licorice, Lettufe, Globe Spicy, Dark Opal, y Siam Queen.

En la casa sombra, se utilizó malla 1610 PME CR, hilos de 16x10 cm<sup>2</sup>, con agujeros de 0.4 x 0.8 mm, de color cristal (polietileno monofilamento estabilizado) con 40% de sombra. El 3 de noviembre de 2011, las plantas fueron trasplantadas en campo abierto y en condiciones de casa sombra colocándolas a un espaciado de 30 cm de distancia entre plantas y 80 cm de distancia entre surcos, para una densidad de siembra de 42,000 plantas•ha<sup>-1</sup>. Previamente el suelo fue preparado, se realizó un subsoleo de 60 cm de profundidad, barbecho de 30 cm de profundidad, posteriormente un rastreo, por último se niveló todo el terreno y se realizó el surcado.

Los genotipos de albahaca fueron asignados al azar dentro de las parcelas y se repitieron cuatro veces en un diseño de bloques completos al azar. El riego se dosificó en aplicaciones divididas, de tal manera que las parcelas recibieron 2 y 3 mm de agua por semana en casa sombra y campo abierto, respectivamente. Durante el período de crecimiento del cultivo se registró la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) presentando valores de 953 y 511 mmol•m<sup>-2</sup>•s<sup>-1</sup> en campo abierto y casa sombra, respectivamente.

La fertilización de los genotipos evaluados en el presente estudio se realizó mediante un fertirriego, dosificando los productos de acuerdo a la etapa fisiológica. Las plagas y enfermedades fueron controladas durante todo el período de crecimiento del cultivo. Cuadro 1

Cuadro 1. Plagas, enfermedades, productos y dosis aplicadas en el desarrollo de los 24 genotipos de albahaca evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C. 2012

Producto <sup>®</sup>	Ingrediente activo	Dosis	Aplicación	Plaga o enfermedad
Bioshampoo Plaguisin	<i>Arnica montana</i> , <i>Artemisa vulgaris</i> y <i>Melissa Officinalis</i>	1 mL•10 L de H <sub>2</sub> O	Foliar	<i>Thysanoptera</i>
Ajick	Extracto de <i>Allium Sativum</i>	1 mL•10 L de H <sub>2</sub> O	Foliar	<i>Thysanoptera</i>
Proplant 720	<i>Propamocarb clorhidrato: Propil 3-(dimetilamino)</i>	1 cc•5 L de H <sub>2</sub> O	Radicular	<i>Pythium</i> y <i>Phytophthora</i>
Derosal	<i>Carbendazim</i>	1 cc•10 L de H <sub>2</sub> O	Radicular	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i>
Success	<i>Spinosad</i>	0.5 cc/L de H <sub>2</sub> O	Foliar	<i>Spodoptera exigua</i>
Fithan	<i>Trichoderma spp.</i>	1 L•100 L. de Agua	Radicular	Preventivo
Dipel	<i>Bacillus thuringiensis (var. Kurstaki) 32</i>	4 g•L de H <sub>2</sub> O	Foliar	Preventivo
Minatrin	<i>Abamectina</i>	2 cc•L de H <sub>2</sub> O	Foliar	<i>Phyllocnistis citrella</i>
Oxicel	<i>Oxicloruro de Cobre</i>	4 cc•L de H <sub>2</sub> O	Foliar	Preventivo

### 3.2 Preparación de la muestra de hojas de albahaca para el análisis proximal

Durante un periodo de 2 horas en que se recolectaron las plantas frescas, éstas se lavaron a fondo tres veces con agua potable y después con agua

destilada. Todas las porciones se colocaron en bandejas de aluminio, y se secaron a peso constante a 55 °C en un horno de aire (TERLAB modelo TE-H45A<sup>®</sup>). La parte clave de este procedimiento es el secado de la muestra a un peso constante a una temperatura que cause la menor modificación de su composición química. Las muestras secas se molieron hasta polvo fino (para pasar a través de un tamiz de 1 mm) utilizando un molinillo de café analítico (IKATM A11<sup>®</sup>), y después se almacenaron, en frascos herméticos de vidrio etiquetados, en un refrigerador a 4 °C. Todos los análisis químicos se realizaron por triplicado en el material seco.

### **3.3 Contenido de agua de las plantas fresca**

El contenido de humedad (H) de las hojas y tallos se determinó mediante el secado de 5 gramos de las hojas y tallos (en triplicado) en un horno Weiss-Gallenkamp a 105 °C hasta obtener el peso constante (AOAC, 1990).

### **3.4 Determinación ceniza**

El contenido de cenizas (C) se determinó calentando las muestras durante 5 horas que implicó la incineración en seco, utilizando un horno de mufla Lenton a 600 °C (THERMO-THERMOLYNE F6000 Bench-Top<sup>®</sup>) hasta que se obtuvo una ceniza blanca grisácea (AOAC, 1995).

### 3.5 Análisis de proteína cruda

La proteína cruda (Pc) se determinó multiplicando el valor obtenido del nitrógeno a partir de Tecator™ Sistemas de Digestión® por un factor de proteína de 6.25 (AOAC, 1990).

### 3.6 Análisis de lípidos crudos

Los lípidos crudos (Lc) se cuantificaron por el método descrito por la AOAC (2005) usando el aparato Soxtec Avanti FOSS® y éter de petróleo, con punto de ebullición (60, 80 °C) como disolvente.

### 3.7 La fibra cruda

La fibra cruda (Fc) se determinó por digestión ácido-base con soluciones de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 1.25% (W/V) y de NaOH al 1.25% (W/V).

### 3.8 Energía

Los valores de energía (E) se calcularon de la siguiente manera: Valor energético ( $Kcal \bullet 100 g^{-1}$ ) =  $[Lp * 9) + (Pc * 2) + (E * 4)]$  (Asibey-Berko y Taiye, 1999).

### 3.9 Extracto libre de nitrógeno

El extracto libre de nitrógeno (ELN) se obtuvo con la siguiente fórmula;

$$100 - (H + Pc + Lc + Fc + C)$$

### **3.10 El análisis estadístico**

Los datos fueron analizados mediante el análisis univariado de la varianza (ANOVA) de la forma de clasificación, siendo las variedades y los sistemas de producción los factores de estudio para un diseño de bloques completos al azar. Los resultados se presentan como valores medios  $\pm$  desviación estándar (tres repeticiones). Las diferencias fueron significativas, utilizando la nueva prueba de Duncan de rango múltiple ( $P = 0.05$ ) fueron calculadas por la forma de ANOVA. Todos los análisis se realizaron con el programa Statistica Software v. 10.0 para Windows.

#### IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos de proteína cruda en las hojas de los genotipos evaluados en casa sombra presentaron una variación de 10.65 a 22.07%, donde el testigo Nufar registró 16.28 %, el cual fue superado por 12 de los genotipos evaluados (cuadro 2). Los genotipos con mayores contenidos fueron Mrs. Burns y Sweet Dani con 22.07 y 22.06%, respectivamente. Por su parte, en cielo abierto la variación en el contenido de proteína cruda osciló de 10.15 a 22.82%, y 22 de los genotipos evaluados superaron al testigo (cuadro 2), destacando Sweet Dani con 22.82%. Por otro lado, los valores más bajos fueron para los genotipos Italian Large Leaf, con 10.65 % en casa sombra, en tanto que Siam Queen presentó un contenido de 10.15 % en cielo abierto. Cuadro 2

En el presente estudio los valores promedio de proteína cruda general fueron 16.33 y 15.65%, para casa sombra y cielo abierto, respectivamente (cuadro 2), estos valores coinciden con los obtenidos por Maisuthisakulet al.(2008), quienes reportaron valores de 15.3% de proteína en hojas de *O. basilicum* y 17.7% en *O. sanctum*, en tanto que Fesane et al.(2006) reportaron para *O. basilicum* y *O. gratissimum* valores de 20.18 y 20.15% de proteína cruda respectivamente, estos contenidos resultaron superiores a todos los

señalados anteriormente. Además, Emeka y Chimaobi (2012) determinaron contenidos de proteína cruda que oscilaron de 5.02 a 6.77% en hojas de *O. gratissimum*, los cuales resultaron inferiores a los obtenidos en el presente experimento. Cuadro 2

Los resultados del presente estudio revelaron que los tejidos de las hojas de albahaca analizados son una fuente rica de proteínas (cuadro 2) y este contenido aumentó significativamente cuando las plantas se desarrollaron bajo casa sombra, con respecto al testigo tuvo mejor respuesta también en casa sombra. Cuadro 2

En el presente estudio los genotipos mostraron un contenido de fibra cruda que osciló de 4.98 a 10.89% en el sistema de casa sombra. El genotipo Purple Ruffles obtuvo el valor más alto de fibra cruda con 10.89%, mientras que el testigo Nufar obtuvo 6.63 % bastante similar a la media general de 6.69% de fibra cruda en casa sombra (cuadro 2). Mientras que, a cielo abierto el genotipo Purple Ruffle también obtuvo el valor de fibra cruda más alto 10.48%, el cual resultó similar al registrado en casa sombra. Por su parte, el genotipo Siam Queen obtuvo el valor más bajo de fibra cruda con 4.76%, este valor resultó inferior a la media general cuyo valor fue de 6.93% de fibra cruda, mientras que el testigo registró un valor de 5.55% de fibra cruda, el cual también resultó inferior a la media general. Cuadro 2

Cuadro 2. \* Valores Promedio para contenidos de proteína y fibra cruda de 24 genotipos de albahaca evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C. 2012.

Variedades	Proteína cruda (%)				Fibra cruda (%)			
	Casa-sombra		Cielo-abierto		Casa-sombra		Cielo-abierto	
Nufar <sup>¶</sup>	16.28	g	10.37	kl	6.63	defg	5.55	k
Finissimo	17.97	d	17.44	de	7.74	b	7.64	d
Sweet Mammoth	14.00	j	16.49	def	7.24	bcde	7.31	defg
Edwina	16.50	fg	18.45	bcd	6.05	gh	7.05	fgh
Emily	12.82	k	13.27	hij	6.09	fgh	4.07	m
Eonwy	14.21	j	17.70	cde	6.84	cdef	7.30	defg
Genovese	15.09	h	16.01	efg	6.17	fgh	8.09	c
Marian	20.14	c	20.14	b	7.32	bcd	6.31	ij
Martina	12.31	l	12.31	jk	5.26	ij	6.98	gh
Rubin Roz	17.41	e	17.41	de	7.52	bc	7.39	def
Red Rubín	16.36	fg	14.40	fghij	5.59	defg	7.61	de
Mrs. Burns	<b>22.07a</b>		14.76	fghi	7.19	bcde	7.30	defg
Sweet Dani	21.20	b	19.70	bc	6.23	fgh	7.38	def
Sweet Genovese	14.04	j	12.84	hij	6.58	defg	5.47	k
Sweet thai	<b>22.06a</b>		<b>22.82a</b>		6.51	efg	6.61	hi
Cinnamon	17.78	d	13.94	ghij	5.67	hi	6.08	j
Lemon	16.67	f	14.85	fghi	5.10	ij	5.25	k
Italian Large Leaf	10.65	m	14.97	fgh	4.79	j	6.89	gh
Purple Ruffles	17.91	d	12.65	ij	<b>10.89a</b>		<b>10.48a</b>	
Licorice	14.69	i	20.01	b	4.98	ij	7.24	efgh
Lettufe Leaf	15.41	h	14.78	fghi	7.58	bc	7.33	defg
Spicy Globe	20.20	c	14.66	fghi	7.77	b	7.51	de
Dark opal	15.23	h	15.56	efg	6.66	defg	8.82	b
Siam Queen	10.99	m	10.15	l	7.21	bcde	4.76	l
Media general	16.33		15.65		6.69		6.93	

**Prueba de Duncan: medias agrupadas con las mismas literales por columna son estadísticamente iguales al 5 % de probabilidad. ¶ = Genotipo Testigo. \* = Composición de muestras de hojas a partir de tres repeticiones.**

En este estudio la media general para fibra cruda de los genotipos en casa sombra y cielo abierto fue de 6.69 y 6.93%, estos valores resultaron ser inferiores a los reportados por Idriset *al.* (2011) en *O. gratissimum* con valores en hojas y tallos de 9.52 y 19.65% de fibra cruda respectivamente, mientras que Maisuthisakulet *al.* (2008) determinaron en hojas de *O. basilicum* un valor de 15.3% los cuales resultaron ser superiores a los del presente estudio, al igual que los reportados por Emeka y Chimaobi, (2012); mientras que Ifesanet *al.* (2006) reportaron valores de 8.70 y 6.73% en *O. gratissimum* y *O. basilicum*, respectivamente, valores ligeramente similares a los obtenidos en el presente trabajo. Por lo cual, los tejidos de la albahaca podrían ser una valiosa fuente de fibra dietética

Entre los genotipos que presentaron mayor contenido de cenizas en casa sombra destacaron Sweet Mammoth y Italian Large, con valores de 17.69 y 17.43%, en tanto que los demás genotipos tuvieron variación de 9.42 a 17.69%, y por su parte el testigo Nufar obtuvo 12.44 % de cenizas, este último valor resultó inferior a la media general de 13.46%. En cuanto a la respuesta en cielo abierto el contenido de cenizas osciló de 8.59 a 21.07%, el testigo obtuvo un valor de 12.45% este valor fue inferior a la media general de 15.39%, por su parte, el genotipo con mayor contenido de cenizas fue Sweet Mammoth con 21.07%. Cuadro 3

Cuadro 3. \* Valores promedios de contenido de cenizas y energía de 24 genotipos de albahaca evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C. 2012

Variedades	Cenizas (%)				Energía (cal·g <sup>-1</sup> )			
	Casa-sombra		Cielo-abierto		Casa-sombra		Cielo-abierto	
Nufar <sup>¶</sup>	12.44	ij	12.45	l	3,939.76	cde	3,784.12	gh
Finissimo	15.93	c	15.19	g	3,762.33	hi	3,902.00	bc
Sweet Mammoth	<b>17.69a</b>		<b>21.07a</b>		3,786.63	h	3,849.13	def
Edwina	14.28	fg	15.32	g	3,780.11	hi	3,843.43	def
Emily	09.42	m	16.84	de	3,940.18	cde	3,746.33	hi
Eonwy	10.59	l	14.15	hi	3,745.56	hi	<b>3,925.30abc</b>	
Genovese	14.17	g	15.76	g	3,926.33	def	<b>3,936.11ab</b>	
Marian	12.59	ij	17.30	cd	3,930.59	def	<b>3,930.91ab</b>	
Martina	10.38	l	13.58	ij	3,890.57	fg	3,754.95	hi
Rubin Roz	15.43	d	15.80	g	3,958.31	cd	3,813.67	fg
Red Rubín	15.05	de	17.60	c	3,951.64	cd	3,833.72	f
Mrs. Burns	12.32	ijk	12.91	kl	3,736.90	i	<b>3,959.56a</b>	
Sweet Dani	13.32	h	15.87	fg	<b>4,094.11a</b>		3,841.17	def
Sweet Genovese	12.65	i	15.67	g	3,977.68	c	<b>3,968.72a</b>	
Sweet thai	10.75	l	14.53	h	4,037.35	b	<b>3,944.52ab</b>	
Cinnamon	13.74	h	14.14	hi	<b>4,123.15a</b>		3,855.46	def
Lemon	11.92	k	15.67	g	<b>4,136.71a</b>		3,837.28	ef
Italian Large Leaf	<b>17.43a</b>		13.33	jk	3,853.38	g	<b>3,923.78abc</b>	
Purple Ruffles	14.39	fg	18.70	b	3,902.35	ef	3,652.14	j
Licorice	11.91	k	14.28	h	3,925.53	def	3,884.63	cd
Lettufe Leaf	14.70	ef	16.47	ef	3,850.21	g	3,726.23	i
Spicy Globe	16.34	b	16.73	de	3,924.95	def	3,827.83	f
Dark opal	13.47	h	17.20	cd	3,943.49	cd	3,676.72	j
Siam Queen	12.15	jk	8.89	m	4,052.62	b	3,881.63	cde
Media general	13.46		15.39		3,923.77		3,845.81	

**Prueba de Duncan: medias agrupadas con las mismas literales por columna son estadísticamente iguales al 5 % de probabilidad. ¶ = Genotipo Testigo. \* = Composición de muestras de hojas a partir de tres repeticiones.**

Los genotipos respondieron más adecuadamente al cielo abierto, teniendo una media general de 15.39% para el contenido de cenizas, este valor resultó ser similar a los contenidos de ceniza, 15.62 y 13.25 %, reportados por Ilesan et al. (2006) para *O. gratissimum* y *O. basilicum*, respectivamente. Por su parte, Maisuthisakulet et al. (2008) obtuvieron contenidos de ceniza, de 11.8 y 12.9%, inferiores a los mencionados anteriormente en *O. basilicum*, *O. sanctum*, respectivamente. Estos valores fueron similares a los reportados por Idris et al. (2011) con 13.67% en hojas y tallos de *O. gratissimum*. Otros estudios reportaron valores mucho más inferiores a todos los ya mencionados, entre éstos destacan los registrados por Sarfraz et al. (2011), con valores de 6.3% en semillas, mientras que en hojas y flores los contenidos de cenizas fueron 2.1 y 1.5%, respectivamente en *O. basilicum*. Mientras que Emeka y Chimaobi (2012) encontraron valores de 4.28 a 5.56% en *O. gratissimum*. Los resultados de este estudio revelan que los tejidos de los genotipos evaluados pueden ser considerados como fuentes adecuadas de elementos minerales, ya que el contenido de cenizas de un material vegetal, está directamente relacionado con el contenido mineral.

El contenido de energía mostró un rango de variación 3,736.90 a 4,136.71 cal•g<sup>-1</sup> en casa sombra, y los genotipos con mejor respuesta fueron Lemon, Cinnamon y Sweet Dani, mientras que el testigo Nufar, obtuvo valores de 3,939.76 cal•g<sup>-1</sup>, este valor similar a la media general, siendo éste mejor que el testigo al cielo abierto que presentó un contenido de energía de 3784.12 cal•g<sup>-1</sup>, mientras que al cielo abierto obtuvo un rango de variación de 3652.14 a 3968.72

cal•g<sup>-1</sup>, y los genotipos con mayor contenido energético fueron, Sweet Genovese, Mrs. Burns, Sweet Thai, Genovese, Marian, Eonwy y Italian Large Leaf. El promedio general para contenido de energía, en casa sombra y en cielo abierto, fue de 3923.77 y 3845.81 cal•g<sup>-1</sup>, respectivamente (cuadro 3).

Comparando las media general de del contenido de grasa cruda, casa sombra y cielo abierto, ésta resultó mayor en campo abierto. En cambio para el genotipo Nufar, usado como testigo en ambos sistemas, la grasa cruda fue ligeramente mayor que 20 de los genotipos evaluados con un valor de 2.39% en cielo abierto (cuadro 4). El genotipo con mayor contenido de grasa cruda en casa sombra resultó ser Lettufe Leaf con 3.08%, mientras en cielo abierto destacaron los genotipos Marian y Licorice, con valores de 3.46 y 3.33 %, respectivamente. Cuadro 4

Sin embargo comparando la media general de casa sombra y cielo abierto, con valores de 2.49 y 1.96 % de grasa cruda (cuadro 4), Idriset *al.* (2011) reportaron valores en *O. gratissimum*, éstos inferiores a los del presente estudio. Por su parte, Maisuthisakulet *al.* (2008) encontraron valores de 6.7% de grasa cruda en *O. basilicum*, mientras que Emeka y Chimaobi (2012) reportaron valores de 5.62% en *O. gratissimum* ambos valores resultaron ser superiores a los del presente estudio. Cuadro 4

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) es una estimación del almidón crudo y del contenido de azúcar de los alimentos. En los resultados obtenidos destacaron, en el sistema de casa sombra, dos genotipos con alto contenido de ELN, Martina y Edwina con 70.53 y 70.21% respectivamente, mientras que el testigo registró un valor de 62.24% de ELN, valor similar a la media general en casa sombra. Cuadro 4

Por su parte, los genotipos evaluados en casa sombra tuvieron un rango de variación 55.88 a 70.53% de ELN (cuadro 4). Mientras que en cielo abierto un rango de 52.74 a 74.81% de ELN, destacando el genotipo Siam Queen con 74.81 %, mientras que el testigo obtuvo un valor de 69.38% ELN el cual resultó ser mayor que la media general de 59.50% a cielo abierto para esta variable. Cuadro 4

Los genotipos que acumularon el mayor contenido de humedad en el ambiente de casa sombra fueron Spicy Globe y Finissimo, con 88.30 y 87.84% respectivamente, mientras que el testigo registró un 82.10 % de humedad, similar a la media general que fue de 82.83%. Por su parte, a cielo abierto se registró un rango de variación para la humedad de 78.22 a 88.75%. Destacándose los genotipos Purple Ruffles, Spicy Globe, Red Rubin y Sweet Mammoth con valores de 88.30, 88.66, 87.35 y 88.22%, respectivamente. La media general de contenido de humedad a cielo abierto fue de 84.32% este valor resultó ser

superior al valor de 80.88 % de humedad, registrado en el genotipo testigo (cuadro 5). Comparado las medias generales de contenido de humedad de los genotipos evaluados con otros estudios éstas fueron similares a los valores reportados por Idris *et al.* (2011) con 82.60% en *O. gratissimum*, en el mismo sentido Sarfraz *et al.* (2011) reportaron valores de humedad del 86.35% en hojas de albahaca. El contenido de humedad en los genotipos evaluados, fue alto tanto en casa sombra como en cielo abierto, puede ser por la variabilidad genética de los genotipos y por las condiciones climáticas.

Cuadro 4. \* Promedios de contenido de lípidos crudos y extracto libre de nitrógeno de 24 genotipos de albahaca, evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C. 2012

Variedades	Lípidos crudos (%)				Extracto Libre de Nitrógeno			
	Casa-sombra		Cielo-abierto		Casa-sombra		Cielo-abierto	
Nufar <sup>¶</sup>	2.39	cd	2.22	jkl	62.24	fg	69.38	b
Finissimo	2.44	c	2.43	fghi	55.88	m	57.28	efg
Sweet Mammoth	1.97	ghij	2.37	ghij	59.07	ij	52.74	j
Edwina	1.61	lm	2.53	fghij	61.54	gh	56.62	fgh
Emily	1.44	mn	2.64	ef	<b>70.21a</b>		63.15	cd
Eonwy	2.02	ghi	2.65	ef	66.32	c	58.17	efg
Genovese	1.89	hijk	2.60	efg	62.65	f	57.52	efg
Marian	2.08	fgh	<b>3.46a</b>		57.85	kl	52.77	j
Martina	1.50	mn	2.05	kl	<b>70.53a</b>		65.05	c
Rubin Roz	2.20	ef	2.58	efgh	57.41	k	56.78	fgh
Red Rubín	2.14	efg	2.31	ijk	59.84	i	58.05	efg
Mrs. Burns	1.87	ijk	3.09	bc	56.52	m	61.92	d
Sweet Dani	1.77	kl	2.92	cd	57.45	kl	54.10	ij
Sweet Genovese	1.37	n	1.48	m	65.33	de	64.51	c
Sweet thai	2.27	cde	3.17	b	58.38	jk	52.85	j
Cinnamon	1.98	ghij	2.33	hij	60.80	h	63.48	cd
Lemon	1.81	jk	2.69	def	64.47	e	61.52	d
Italian Large Leaf	1.55	mn	2.81	de	65.56	cd	61.98	d
Purple Ruffles	2.26	def	2.04	l	54.52	def	56.12	gh
Licorice	2.62	b	<b>3.33ab</b>		65.77	cd	55.11	hi
Lettufe Leaf	<b>3.08a</b>		2.23	jkl	59.19	ij	59.16	e
Spicy Globe	1.85	ijk	2.29	ijkl	53.80	ijk	58.78	ef
Dark opal	1.51	mn	2.20	jkl	63.10	f	56.20	gh
Siam Queen	1.40	n	1.37	m	68.22	b	<b>74.81a</b>	
Media general	1.96		2.49		61.60		59.50	

Prueba de Duncan: medias agrupadas con las mismas literales por columna son estadísticamente iguales al 5 % de probabilidad. <sup>¶</sup> = Genotipo Testigo. \* = Composición de muestras de hojas a partir de tres repeticiones.

Cuadro 5. \* Promedios de contenido de contenido de humedad de 24 genotipos de albahaca, evaluados en condiciones de casa sombra y cielo abierto en Baja California Sur. CIBNOR, S.C. 2012

Variedades	Contenido de humedad (%)			
	Casa-sombra		Cielo-abierto	
Nufar <sup>¶</sup>	82.10	gh	80.88	m
Finissimo	<b>87.84ab</b>		86.27	cd
Sweet Mammoth	86.44	c	<b>88.22ab</b>	
Edwina	83.60	f	84.65	efg
Emily	74.58	m	85.27	def
Eonwy	81.26	ij	83.36	ijk
Genovese	81.61	hi	84.87	ef
Marian	84.62	e	85.28	def
Martina	76.58	l	82.18	l
Rubin Roz	85.67	d	84.49	efgh
Red Rubín	83.44	f	<b>87.35ab</b>	
Mrs. Burns	82.74	g	83.00	jkl
Sweet Dani	83.60	f	83.19	ijkl
Sweet Genovese	81.47	hi	84.14	fghi
Sweet thai	81.41	i	83.65	ghij
Cinnamon	80.71	jk	78.22	n
Lemon	82.50	g	83.50	hij
Italian Large Leaf	83.44	f	82.27	kl
Purple Ruffles	87.71	b	<b>88.75a</b>	
Licorice	81.20	ij	82.86	jkl
Lettufe Leaf	83.90	f	85.40	de
Spicy Globe	<b>88.38a</b>		<b>88.66a</b>	
Dark opal	82.69	g	86.93	bc
Siam Queen	80.52	k	80.32	m
Media general	82.83		84.32	

**Prueba de Duncan: medias agrupadas con las mismas literales por columna son estadísticamente iguales al 5 % de probabilidad. <sup>¶</sup> = Genotipo Testigo, \* = Composición de muestras de hojas a partir de tres repeticiones.**

El hecho de que el contenido de humedad haya sido elevado, puede haber influido, de manera significativa, en los otros componentes de las plantas. En relación a lo anterior, se ha demostrado, en otros estudios, que los factores ambientales juegan un papel importante en la síntesis de metabolitos secundarios durante el proceso de la nutrición de las plantas (Treutter, 2006), en particular tienen el potencial de impactar en gran medida sobre la producción fenólica de las plantas (Parr y Bolwell, 2000).

En el presente estudio de la evaluación de los veinticuatro genotipos de albahaca dulce, presentaron diferencias significativas en todas las variables evaluadas, tanto en casa sombra como en cielo abierto, igualmente el coeficiente de variación registró valores aceptables (Cuadro 6, 7).

Cuadro 6 \* Cuadrados medios y coeficiente de variación de las características de calidad de veinticuatro genotipos de albahaca evaluada en La Paz B.C.S. en condiciones de casa sombra y cielo abierto en el 2012

F.V	Humedad (%)		Contenido de cenizas (%)		Proteína cruda (%)	
	Casa-sombra	Cielo-abierto	Casa-sombra	Cielo-abierto	Casa-sombra	Cielo-abierto
Trat.	30.67**	20.58**	14.31**	17.01**	31.08**	29.49**
Rep.	0.07	0.10	0.02	0.22	0.08	1.00
E. Exp.	0.14	0.38	0.06	0.14	0.04	1.41
CV (%)	0.45	0.73	1.86	2.43	1.30	7.59

\* Composición de muestras de hojas a partir de tres repeticiones. \*\* Diferencias significativas. Trat. 0 Tratamientos; Rep. = Repeticiones; E. Exp. = Error Experimental; CV = Coeficiente de Variación

Cuadro 7 \* Cuadrados medios y coeficiente de variación de las características de calidad de veinticuatro genotipos de albahaca evaluada en La Paz B.C.S. en condiciones de casa sombra y cielo abierto en el 2012

F.V	Lípidos crudos (%)		Fibra cruda (%)		E.N.L. (%)		Energía	
	Casa-sombra	Cielo-abierto	Casa-sombra	Cielo-abierto	Casa-sombra	Cielo-abierto	Casa-sombra	Cielo-abierto
Trat.	0.53**	0.76**	4.70**	5.32**	68.24**	87.15**	38289.76**	22903.47**
Rep.	0.06	0.01	0.20	0.02	0.01	1.56	7617.28**	6346.74**
E. Exp.	0.008	0.01	0.16	0.04	0.29	1.34	305.91	339.02
C.V. (%)	4.63	5.58	6.03	2.93	0.88	1.94	0.44	0.47

\* Composición de muestras de hojas a partir de tres repeticiones. \*\* Diferencias significativas. Trat. 0 Tratamientos; Rep. = Repeticiones; E. Exp. = Error Experimental; CV = Coeficiente de Variación

## **V.- CONCLUSIONES**

Este estudio ha demostrado que los 24 genotipos evaluados son buena fuente nutricional para el consumo humano, las características nutricionales de esta hierba son muy importantes ya que muchas personas dependen de ella como fuente de alimento y medicinal. Este estudio ha demostrado que los genotipos evaluados de albahaca tienen diferente composición química, y que los resultados son mejores en el sistema de producción de cielo abierto.

La identificación de los genotipos con mayor contenido nutricional, la respuesta de cada genotipo en cada sistemas de producción (cielo abierto y casa sombra).

## VI.-LITERATURA CITADA

- Adigüzel, A., M. Güllüce, M. Sengül, H. Öđütcü, F. Pahin, and Ý. Karaman. 2005. Antimicrobial effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) extract. Turk J. Biol. 29: 155-160.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC) 2005. Methods of Analysis. 18th ed. Washington, DC, USA.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 1990. Official methods of Analysis, 14th edition, Washington, DC.
- Badui, D.S. 1986. Química de los alimentos. Editorial Alambra Mexicana, S.A. Primera impresión 1981. 430 p.
- Blank, A.F., Carvalho Filho, J.L.S., Santos Neto, A.L., Alves, P.B., Arrigoni-Blank, M.F., Silva-Mann, R., Mendonça, M.C. 2004. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. Hort. Bras. 22, 113–116.
- Bailey, A. Aceites y grasas Industriales. 1984. 2da. Edición Reverte S.A. Zaragoza -España. 122-125 p.
- Cánovas, F. 2005. Principios Básicos de la hidroponía. Aspectos comunes y diferenciales de los cultivos con y sin suelo. *In*: Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelos. Armería España: I.E.A.-F.I.A.P.A, 60-73 pp.

- Dorais M., Ehret D.L., Papadopoulos A.P. 2008. Tomato (*Solanumlycopersicum*) health components: fromthe seed to the consumer. *Phytochem Rev* 7, 231-250.
- Dumas Y., Dadomo M., Di Lucca G., Grolier P.2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *J Sci Food Agr* 83, 369-382.
- Emeka, N.G., Chimaobi, A. 2012. Checmial composition and variability among some *Ocimum gratissimum*accessions.*International Journal Med. Arom.Plants.* 2(3):460-467.
- FAO. 2009. Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentarias. Versión 4. Departamento de Desarrollo Sostenible. Disponible en: [www.fao.org/docrep/005/y4137s0f.htm](http://www.fao.org/docrep/005/y4137s0f.htm). Fecha de recuperación: 6 de enero 2012)
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D.F. 77 p.
- Garibaldi, A., Gullino, M. L., Minuto, G. 1997. Diseases of basil and their management.*Plant Dis.* 81(2):124-132.
- Grayer, R., Kite, G., Goldstone, F., Bryan, S., Paton, A., Putievsky, A. 1996.Infraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. *Phytochemistry.*43:1033-9.
- Hertwig, I.F. 1986. Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem e comercialização. Icone, São Paulo.
- Hooker, J. D. 1885. Flora of British India. Vol 4. Reeve and Co., London. pp 14.
- Idris, S., Iyaka, Y.A., Ndamitso, M.M., Paiko, Y.B. 2011. Nutritional composition of the leaves and stems of *Ocimum gratissimum*.*Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences.*2(5):801-805.

- Ifesan, B.O.T., Ijarotimi, O.S., Osundahunsi, O.F. 2006. Evaluation of the antioxidant activity of *Ocimum* sp. *Journal of Food Technology*.4(4):318-321.
- Ishida, H., Suzuno, H., Sugiyama, N., Innami, S., Todokoro, T., and Maekawa, A. 2000. Nutritional evaluation of chemical component of leaves stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*Poir). *Food Chemistry*. 68:359-367.
- Juárez, L. P., Bugarín, M. R., Castro B. R., Sánchez, M. A., Cruz, C. E., Juárez, R. R., Alejo, S. A. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Rev. Fuente* 3(8):140- 155
- Juliani, H. R. y Simon, J. E. 2002. Antioxidant activity of basil. pp. 575-579. *In: J. Janick and A. Whipkey (Eds.). Trends in new crops and new uses.*ASHS Press. Alexandria, VA, USA.
- Khalid, K.A., 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). *Int. Agrophys.* 20, 289–296.
- Lee, S.J., Umamo, K., Shibamoto, T., Lee, K.G. 2005. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chem.* 91, 131–137.
- Lintas, C. 1992. Nutritional aspects of fruits and vegetables consumption. *OptionsMediterraeennes*.19:79-87.
- Lubbe, A., Verpoorte, R. 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Ind. Crops Prod.* doi:10.1016/j.indcrop.2011.01.019.
- Macilwain, C. 2004. Organic: is it the future of farming. *Nature* 428:792-793
- Maisuthisakul, P., Pasuk, S., Ritthiruangdej, P. 2008. Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. *Journal of Food Composition and Analysis.* 21:229-240.

- Makri, O., Kintzios, S. 2007. *Ocimum* sp. (basil): Botany cultivation, pharmaceutical properties and biotechnology. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 13, 123–150.
- Marotti, M., Piccaglia, R., Giovanelli, E. 1996. Differences in essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivars related to morphological characteristics. *J Agric Food Chem*; 44:3926-9.
- Marotti, M., Piccaglia, R., Giovanelli, E. 1996. Differences in essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivars related to morphological characteristics. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 44:3926-3929.
- Minero, A. A. 2004. Mercados nichos: hierbas finas. *Productores de Hortalizas* 13(10):24-31.
- Montero, J.I., Stanghellini, C., Castilla, N., 2009. Greenhouse technology for sustainable production in mild winter climate areas: trends and needs. *In: ISHS Acta Horticulturae* (Ed.), International Symposium on Strategies towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate (Antalya, Turkey).
- Morales, M.R., Simon, J.E., 1996. New basil selections with compact inflorescences for the ornamental market. *In: Janick, J. (Ed.), Progress in New Crops*. ASHS Press, Arlington, pp. 543–546.
- Muñoz, P., Antón, A., Nuñez, M., Vijay, A., Ariño, J., Castells, X., Montero, J., Rieradevall, J., 2008 Comparing the environmental impacts of greenhouse versus open-field tomato production in the Mediterranean region. *In: ISHS. Acta Horticulturae* (Ed.), International Conference on Sustainable Greenhouse Systems e GREENSYS 2007.4 de 6 October (Naples, Italy).
- Parr, S. and Bolwell, G. P. 2000. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile, *J. Sci. Food Agric.* 80:985-1012.

- Pérez, C.R. 2009. Frutas y hortalizas orgánicas de la red de mercados y tianguis orgánicos de México. Estudio del Sial. Claridades Agropecuarias 194:35-45.
- Putievsky, E., Paton, A., Lewisohn, E., Ravid, U., Haimovich, D., Katzir, I., Saadi, D., and Dudai, N. I. 1999. Crossability and relationship between morphological and chemical varieties of *Ocimum basilicum* L. J Herbs Sp Med Pl; 6:11-24.
- Putievsky, E., & Galambosi, B. 1999. Production systems of sweet basil, vol. 10. In: R. Hiltunen, & Y. Holm (Eds.), Basil: The genus *Ocimum* (pp. 39–65). Amsterdam: Harwood Academic Publishers.
- Ramula, P., and Rao, P.U. 2003. Dietary fiber contents of fruits and leafy vegetables. Nutrition News. 24(3):1-6.
- Rosas, M. 2003. Agricultura Orgánica Practica: Alternativas tecnológicas para la agricultura del futuro, Bogotá: IAC p 286.
- Rouphael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A., Collag.G., 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. SciHort 127, 172-179.
- Secretaría de Ganadería Agricultura Pesca y Alimentación (SAGARPA).2011. Programa de Ejecución Directa de Agricultura Protegida. Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.amhpac.org/contenido/plan%20nacional%20de%20agricultura%20protegida%202009.pdf>. Fecha de acceso: 09/05/2012. Fecha de consulta: 5 de mayo de 2012.
- Sánchez-Govín, E., Leal-López, I. M., Fuentes-Hernández, L.y Rodríguez-Ferrada, C.A. 2000. Estudio Farmacognóstico de *Ocimum basilicum* L. (albahaca blanca). Revista Cubana de Farmacia. 34(3):187-195.
- Sarfraz, Z., Anjum, F.M., Khan, M.I., Arshad, M.S., and Nadeem, M. 2011. Characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) parts for antioxidant potential. African Journal of Food Science and Technology. 2(9):204-213.
- Schlermeler, Q., 2004. Organic World View. Nature 428, 794-795

- Shany, M, 2004. Producción de hortalizas en condiciones tecnificadas, pp 3-4. Disponible en: [http://www.iica.int.ni/Estudios\\_PDF/Cultivo\\_invernad.pdf](http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/Cultivo_invernad.pdf).  
Fecha de acceso: 21 de septiembre de 2012.
- Treutter, D. 2006. Significance of flavonoids in plant resistance: A review. *Environmental Chemistry Letters*. 4, 147–157.
- Viuda-Martos, M., Rúa-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. 2011. Spices as functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Food Safety*. 51, 13–28.
- Vólak, J., and Stodola, J. 1990. *El gran libro de las plantas medicinales* tercera edición Madrid: Susaeta;
- Volak, J. y Stodola, J. 1989. *Plantas medicinales*. 2 ed. Praga: Artia, 319 p.
- Zamorano U., J. 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en México. *Claridades agropecuarias*. p. 3-4