

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista  
Fabíola Luzia de Souza Silva  
(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación  
**EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista  
Fabíola Luzia de Souza Silva  
(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación  
**EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andreza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



# Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas

**Diagramação:** Bruno Oliveira  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista  
Fabiola Luzia de Sousa Silva

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

162 Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista, Fabiola Luzia de Sousa Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acceso: World Wide Web

Inclui bibliografía

ISBN 978-65-258-0013-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.134223003>

1. Conejo. 2. Crecimiento. 3. Cultivo. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Evangelista, Raimundo Cleidson Oliveira (Organizador). III. Silva, Fabiola Luzia de Sousa (Organizadora). IV. Título.

CDD 577.55

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A investigação científica está ligada ao uso de análises técnicas com a finalidade de encontrar respostas para determinados questionamentos. Nas ciências agrárias não é diferente, e se torna cada vez mais importante, tendo em vista que as novas tecnologias são obtidas a partir de estudos que visam melhorar técnicas e, até mesmo, acabam por inserir formas de execuções inovadoras para alguns processos agrícolas.

Com o constante crescimento da população mundial, o setor agrícola tende a necessitar de meios mais eficazes de produção para suprir as demandas alimentícias mundiais futuras, e estas exigências acabam por gerar um conjunto de questionamentos que só podem ser desvendados através de investigações precisas.

O grande desafio da agropecuária mundial hoje é produzir mais e melhor, ocupando menos espaço de forma sustentável, e para isso há muitos anos pesquisas vêm sendo realizadas com a finalidade de contribuir para melhorias das ações, proporcionando ambientes de produção equilibrados e que permanecem em constantes melhorias.

Portanto, é notória a importância dos questionamentos gerados no processo de investigação e mais importantes ainda são as respostas resultadas através dele, que acabam por resultar em soluções inovadoras para substituição total ou parcial dos métodos confrontados.

Neste sentido, a presente obra reúne pesquisas inovadoras para a difusão de ideias importantes e com impacto direto no setor em questão, visando entregar informações de alto valor e relevância para o leitor e atualizando-o das tecnologias e inovações que são cada vez mais comuns do setor agrário internacional.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista  
Fabiola Luzia de Sousa Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

RELACIÓN ENTRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN PLASMA Y LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL EN CONEJOS

Iván Agea

María de la Luz García

Raquel Muelas

Thomai Mouskeftara

Helen Gika

Maria Jose Argente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1342230031>

### **CAPÍTULO 2..... 8**

ABONOS LÍQUIDOS APLICADOS AL SUELO Y HOJAS EN EL TAMAÑO DEL FRUTO DE GUAYABO

Alfonso de Luna Jiménez

José Luis Arredondo-Figueroa

Jorge Ramón Rocha-Ruiz

Jorge Martínez-de Lara

José de Jesús Luna-Ruiz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1342230032>

### **CAPÍTULO 3..... 29**

EFFECTIVIDAD AGROBIOLÓGICA DEL FRIJOL DOLICHOS (*Lablab purpureus* L.) EN EL CULTIVO DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.)

Francisco Higinio Ruiz Espinoza

Pablo Castro Gonzalez

Juan José Reyes Pérez

Félix Alfredo Beltrán Morales

Sergio Zamora Salgado

José Guadalupe Loya Ramírez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1342230033>

### **CAPÍTULO 4..... 49**

COMPORTAMIENTO MATERNAL DE UNA LÍNEA MATERNAL RESILIENTE DE CONEJOS EN EL CRUCE INDUSTRIAL

María Martínez-Albert

María José Argente

María de la Luz García

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1342230034>

### **CAPÍTULO 5..... 55**

LA RENTABILIDAD DE UNA FINCA AGRICOLA DESDE DIFERENTES PERSPECTIVAS: EL CASO DE LA ZAFRA 2016/2017

Victor Enciso

Wilma Benítez Moran

Julio Salas-Mayeregger

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1342230035>

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>68</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>69</b>

# CAPÍTULO 3

## EFFECTIVIDAD AGROBIOLÓGICA DEL FRIJOL DOLICHOS (*Lablab purpureus* L.) EN EL CULTIVO DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.)

Data de aceite: 01/03/2022

### Francisco Higinio Ruiz Espinoza

Doctor en Ciencias por la Universidad Juárez del Estado de Durango  
Doctor Honoris Causa por la OIICE, Dr. en Educación por el INAEC  
Universidad Autónoma de Baja California Sur  
La Paz, Baja California Sur, México.  
<https://orcid.org/0000-0002-0815-3007>

### Pablo Castro Gonzalez

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Universidad Autónoma de Baja California Sur  
La Paz, Baja California Sur, México.

### Juan José Reyes Pérez

Doctor en Ciencias por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo, Los Ríos, Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0001-5372-2523>

### Félix Alfredo Beltrán Morales

Doctor en Ciencias por el Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste  
Universidad Autónoma de Baja California Sur  
La Paz, Baja California Sur, México.  
<https://orcid.org/0000-0002-9446-3916>

### Sergio Zamora Salgado

Doctor en Ciencias por la Universidad Agraria de la Habana  
Universidad Autónoma de Baja California Sur  
La Paz, Baja California Sur, México.  
<https://orcid.org/0000-0001-6534-4662>

### José Guadalupe Loya Ramírez

PhD por la New Mexico State University  
Universidad Autónoma de Baja California Sur  
La Paz, Baja California Sur, México.  
<https://orcid.org/0000-0001-5020-7673>

**RESUMEN:** La planta de tomillo es una hierba aromática que puede llegar a crecer a una altura máxima de 50 cm. En la actualidad tiene distintos usos, en fresco o en seco, siendo uno de los principales como condimento gastronómico y la extracción de su aceite esencial. El objetivo de la investigación fue realizar un análisis de crecimiento y acumulación de biomasa de plantas de tomillo, mismas que se establecieron en condiciones de ambiente natural en la parcela orgánica del campo agrícola de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Para el estudio se realizaron 6 muestreos con intervalos de tiempos de 20 días. El experimento se desarrolló en un suelo Yermósol Háplico (FAO-UNESCO, 1999). De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1981) para condiciones de México, la ciudad de La Paz, presenta un clima BW(h') h w (e), es decir, seco desértico, cálido. Los parámetros del crecimiento evaluados fueron el área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa de asimilación neta (TAN) y de masa seca y área de proyección. Se realizaron análisis estadísticos mediante el Statistica 6.0, con base en un diseño de bloques completos al azar. Se determinaron las variables de crecimiento teóricas, donde el IAF alcanzó un crecimiento determinado a los 70 días, por su parte la TAN

máxima se alcanzó a los 90 días con  $8.8 \text{ g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ , a su vez la TRC, logró su máxima expresión a los 90 días, por lo que la máxima ganancia de biomasa en el área de superficie ocupada por la planta fue de  $7 \text{ g día}^{-1}$  a los 90 días, mientras que la máxima expresión del cociente del área foliar se logró a los 50 días, a asimismo el cociente de peso foliar del peso de se incremento hasta los 90 días, por otro lado la máxima relación vástago/raíz se logró a los 90 días, mientras que la DAF logró su máxima expresión a los 90 días después del trasplante, por lo que podemos concluir que el tomillo por tener su sistema de vástago permaneció en condición de ambiente natural, en un lugar donde los factores y elementos del clima que intervienen en su crecimiento oscilan en rangos diferentes.

**PALABRAS CLAVE:** Zonas áridas, biomasa, crecimiento, producción.

### EFICÁCIA AGROBIOLÓGICA DO FEIJOÃO DOLICHOS (*Lablab purpureus* L.) NA CULTURA DE TOMILHO (*Thymus vulgaris* L.)

**RESUMO:** O tomilho é uma erva aromática que pode atingir uma altura máxima de 50 cm. Atualmente tem diversos usos, frescos ou secos, sendo um dos principais como condimento gastronômico e na extração de seu óleo essencial. O objetivo da pesquisa foi realizar uma análise do crescimento e acúmulo de biomassa de plantas de tomilho, que foram estabelecidas em condições ambientais naturais na parcela orgânica do campo agrícola da Universidade Autônoma de Baja California Sur. Para o estudo, foram retiradas 6 amostras com intervalos de tempo de 20 dias. O experimento foi desenvolvido em solo de Yermósol Háplic (FAO-UNESCO, 1999). De acordo com a classificação climática de Köppen, modificada por García (1981) para as condições do México, a cidade de La Paz tem um clima BW(h') h w(e), ou seja, desértico quente e seco. Os parâmetros de crescimento avaliados foram área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento relativo (TRC), taxa de assimilação líquida (TAN) e massa seca e área de projeção. As análises estatísticas foram realizadas usando Statistica 6.0, com base em um delineamento de blocos completos ao acaso. Foram determinadas variáveis teóricas de crescimento, onde o IAF atingiu um certo crescimento aos 70 dias, enquanto o TAN máximo foi atingido aos 90 dias com  $8,8 \text{ g cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , por sua vez o CRT, atingiu sua expressão máxima aos 90 dias, então o ganho máximo de biomassa na área de superfície ocupada pela planta foi de  $7 \text{ g dia}^{-1}$  aos 90 dias, enquanto a expressão máxima da razão de área foliar foi alcançada aos 50 dias, da mesma forma a razão de peso de folha do peso de aumentou até 90 dias, por outro lado, a relação caule/raiz máxima foi alcançada aos 90 dias, enquanto o DAF atingiu sua expressão máxima aos 90 dias após o transplante. Pelo que podemos concluir que o tomilho, devido ao seu sistema de caule, manteve-se em condição de ambiente natural, num local onde os fatores e elementos do clima que intervêm no seu crescimento oscilam em diferentes amplitudes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Zonas áridas, biomassa, crescimento, produção.

### AGROBIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF DOLICHOS BEANS (*Lablab purpureus* L.) IN THE CROP OF THYME (*Thymus vulgaris* L.)

**ABSTRACT:** Plant Thyme is an aromatic herb that can grow to a maximum height of 50 cm. Currently, it has various uses, in fresh or dry, is one of the main and gourmet seasoning and

extraction of essential oil. The research aimed to analyze the growth and accumulation of biomass plant thyme, the same that were established in conditions of the natural environment in the organic plot of an agricultural field. O The experiment was conducted in a soil yermosol Háplico (FAO-UNESCO, 1999). According to the Koppen climate classification, modified by García (1981) for conditions of Mexico, the city of La Paz, it presents a BW (h ' ) h w (e), ie desert dry, warm weather. Growth parameters evaluated were leaf area (AF), leaf area index (LAI), relative growth rate (TRC), net assimilation rate (NAR), and dry mass and projection area. Statistical analyzes were performed using Statistica 6.0, based on a design of a randomized complete block. the variables of theoretical growth, where the IAF reached a certain growth at 70 days, by your TAN maximum part was reached at 90 days with 8.8 g cm-2 day-1, turn the TRC, it determined achieved its maximum expression at 90 days, so the maximum gain of biomass in the surface area occupied by the plant was 7 g day-1 to 90 days, while the maximum expression of the ratio of leaf area was achieved at the 50 days, also the ratio of leaf weight was increased to 90 days, on the other hand, the maximum stem/root ratio was achieved at 90 days, while the DAF achieved its maximum expression at 90 days after transplant, so we can conclude that thyme to have their stem system condition remained natural environment, in a place where the climate factors and elements involved in its growth vary in different ranges.

**KEYWORDS:** Arid zones, biomass, growth, production.

## INTRODUCCIÓN

El tomillo (*Thymus vulgaris* L.) es una especie perteneciente a la familia *Lamiaceae*, arbusto enano perenne (Omidbaigi y Arjmandi, 2002) cuya parte útil son las hojas y tallos (Naghdi Badi *et al.*, 2004).

El uso de las plantas aromáticas ofrece agradables aromas y sabores en los alimentos, alivian el dolor y curan enfermedades (Craker, 2007). Este interés se debe a las características aromáticas, terapéuticas y de conservación (Sangwan *et al.*, 2001). Las plantas aromáticas son de gran importancia económica y comercial para el mundo. La planta de tomillo tiene gran demanda para uso culinario tanto en fresco como en seco, así como la utilización de sus aceites esenciales en la industria (Acevedo *et al.*, 2004). La importancia económica de las plantas aromáticas se debe a la generación de capital por su producción y mercado a nivel mundial y nacional (CCI, 2007).

El conocimiento de las plantas medicinales y aromáticas se extiende a cualquier parte del mundo donde el hombre tradicionalmente ha necesitado de ellas para curar sus dolencias o enfermedades. Las diferentes culturas a través de la historia han creado todo un conocimiento de remedios vegetales que ha constituido la base de la medicina moderna (Font Quer, 1979). Considerando que el cultivo de plantas aromáticas y medicinales supone una alternativa a los cultivos tradicionales, es necesario poner a punto las técnicas de cultivo y transformación de aquellas especies que tienen una mayor demanda en el mercado. En las especies del género *Thymus* su importancia reside en el contenido elevado que poseen en ácidos fenólicos y flavonoides (Martínez, 1980).

En México, el tomillo se cultiva en los Estados de Puebla, San Luis Potosí y Baja California Sur, con una superficie cultivada de 11.25 ha (2.0, 4.5 y 5.25 ha, respectivamente) con rendimientos que no superan las 2.68 t ha<sup>-1</sup> de producto seco (SIAP, 2009). Datos recientes señalan que Baja California Sur tiene una superficie sembrada de tomillo de 3 ha con un rendimiento de 5.67 t ha<sup>-1</sup> de producto fresco (SIAP, 2012).

#### La utilización de leguminosas como

Los factores que afectan la producción de biomasa y la acumulación de aceites volátiles en las especies aromáticas (McConkey *et al.*, 2000) son los ambientales y la variación geográfica (Figueriredo *et al.*, 2008), así como la época de cosecha, la edad de la planta y la densidad del cultivo (Kaloustian *et al.*, 2005).

Por otro lado, los eventos fotosintéticos se desencadenan cuando la clorofila capta la energía de la luz incidente en el aparato fotosintético, la energía utilizada para lograr la excitación puede llevar a la oxidación de los pigmentos fotosensibles ópticos. Las reacciones fotoquímicas que ocurren allí han sido bien estudiadas, tanto *in vivo* como *in vitro*, y ahora tenemos una idea bastante precisa de los fenómenos que ocurren. Salisbury (2000) establece que las tasas fotosintéticas relativas de algunas gramíneas herbáceas y especies de hoja ancha se pueden definir en función de la irradiancia que cae por unidad de área de la hoja. Teóricamente, sin embargo, la eficiencia fotosintética de las plantas nunca debería superar el 18% de la radiación fotosintética activa (RAF) absorbida, y hasta la fecha no existe ningún mecanismo que pueda aumentarlas.

Hunt (2003) muestra que el crecimiento, en el contexto de plantas individuales, puede definirse como un aumento irreversible en el tiempo y que estos cambios pueden ser de tamaño, forma y cantidad; Asimismo, afirma que, en general, los análisis de crecimiento realizados con materia seca y que las plantas anuales y perennes cultivadas en condiciones normales muestran, en sus etapas iniciales, la misma curva típica de crecimiento. Sin embargo, el cambio en la materia seca total durante estos períodos puede variar considerablemente debido a varios factores y se pueden observar pequeños cambios durante estos períodos. Finalmente, el autor concluye que una transformación logarítmica de los datos puede ser beneficiosa para el investigador, desde el punto de vista visual, estadístico y matemático.

Raffo e Iglesias (2004) demostraron que la radiación fotosintética activa absorbida por las plantas determina la cantidad de materia seca producida y la calidad de la producción, afectando el crecimiento y el rendimiento. Sin embargo, y aunque los efectos de los diferentes niveles de radiación en el tomillo no han sido reportados de manera comparable a este trabajo, se han realizado investigaciones en otras especies como la habichuela (Jarma *et al.*, 1999), que concluyeron que la tasa de crecimiento, tasa de absorción neta (TAN), área foliar específica (AFE), relación de área foliar (RAF) y área foliar (AF) mostraron valores mayores en los tratamientos de sombreado, que involucraron un tratamiento con radiación incidente del 100%. Por su parte, el índice de cosecha (IC)

mostró valores similares para los tratamientos sombreados, aunque de estos, el índice con mayor sombreado fue el más efectivo para contribuir al sombreado lleno de semillas.

Con base en la inexistencia de trabajos que permitan conocer el comportamiento del tomillo ante las condiciones edafoclimáticas de Baja California Sur se planteo el objetivo de determinar la curva de crecimiento y acumulación de biomasa en plantas de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) con fertilización de abonos verdes.

## MATERIALES Y METODOS

### Área experimental

La investigación se realizó en el ciclo primavera-verano, en el campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) localizado en el km 5.5 de la carretera al sur, en la Ciudad de La Paz, ubicada en el Valle de La Paz, municipio del mismo nombre, Estado de Baja California Sur, México, situada en las coordenadas 24° 10' latitud norte y 110° 19' longitud oeste, a 18.5 metros sobre el nivel del mar (Figura 1).



Figura 1. Localización del área experimental.



Figura 2. Plantas de tomillo en la parcela orgánica de la UABCS y toma de datos de peso seco y peso fresco en el estudio de análisis de crecimiento y acumulación de biomasa.

## Condiciones de suelo y clima del área experimental

El experimento se desarrolló en un suelo Yermósol Háplico (FAO-UNESCO, 1999). De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1981) para condiciones de México, la ciudad de La Paz presenta un clima BW(h') h w (e), es decir, seco desértico, cálido.

El abono verde fue el frijol *Dolichos (Lablab purpúreos)*, el cual se evaluó desde el punto de vista de su utilidad práctica como sustituto de fertilizantes químicos nitrogenados y aportes de materia orgánica al suelo, para ello se tuvo en cuenta el criterio seguido por diversos autores que definen las especies aptas para estos fines. Para el cálculo de materia verde, se tomó al azar un metro cuadrado por cada uno de los seis tratamientos y posteriormente se determinó el peso mediante una balanza de reloj, finalmente se calculó el peso obtenido por hectárea. La incorporación se realizó cortando y depositando sobre el terreno los residuos cuando las plantas presentaban alrededor de 30 % de floración, esto se estableció tomando como base lo recomendado por Beltrán-Morales *et al* (2004) y Beltrán-Morales (2006). La cantidad de abono verde aplicada al suelo fue en promedio de 50 t ha<sup>-1</sup>, mientras que la producción de materia seca del frijol dolichos fue de 13 t ha<sup>-1</sup>. De Por otra parte también se determinó la aportación de nutrimentos del frijol dolichos (Cuadro 1) utilizando la metodología propuesta por Alcántar y Sandoval (1999).

Nutrimento	Aporte nutricional kg ha <sup>-1</sup>
<b>Ca</b>	<b>211.39</b>
Mg	75.14
<b>K</b>	<b>233.80</b>
Na	123.58
Fe	16.80
Mn	2.34
Zn	0.39
Cu	0.39
P	<b>36.22</b>
Cl	208.46
NO <sub>3</sub> -N	2.12
<b>N</b>	<b>364.03</b>
B	2.62

Cuadro 1. Aportación de nutrimentos en kg ha<sup>-1</sup> del frijol dolichos (*Dolichos lablab*).

Los parámetros del crecimiento evaluados fueron el área foliar (Af), índice de área foliar (IAF), tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa de asimilación neta (TAN) y de



### Tasa relativa de crecimiento (TRC)

La tasa relativa de crecimiento (TRC, g día<sup>-1</sup>) se determinó con la ecuación:

$$TRC = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} = gr./días$$

**Dónde:** W= peso seco total

t= tiempo (días, semanas)

Ln= logaritmo natural

### Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)

La tasa de crecimiento del cultivo (TCC, g día<sup>-1</sup>) se determinó con la ecuación:

$$TCC = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} = gr/día$$

**Dónde:** W=peso seco total (g)

t= tiempo (días, semanas)

### Cociente de área foliar (CAF)

El cociente de área foliar (CAF, cm<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>) se determinó con la ecuación:

$$CAF = \frac{AF}{W} = cm^2 / día$$

**Dónde:** W=peso seco total en g.

AF=área foliar por planta cm<sup>2</sup>

### Cociente de peso foliar (CPF)

El cociente de peso foliar (CPF, g g<sup>-1</sup>) se determinó con la ecuación:

$$CPF = PF/W = gr / gr$$

**Dónde:** W=peso seco total (g)

PF=peso seco foliar (g)

### Área foliar específico (AFE)

El área foliar específico (AFE, cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) se determinó de la siguiente forma:

$$AFE = AF/PF = cm^2 / gr$$

**Dónde:** AF=área foliar (cm<sup>2</sup>)

PF=peso seco foliar (g)

### Relación vástago-raíz (V/r)

La relación vástago-raíz (V/R, g g<sup>-1</sup>) se determinó de la siguiente forma:

$$v/r = \text{peso seco vástago/peso seco raíz} = g g^{-1}$$

## Duración del área foliar (DAF)

La duración del área foliar (DAF, cm<sup>2</sup>\*día) se determinó con la ecuación:

$$DAF = \frac{(IAF1 + IAF2) * (t2 - t1)}{2} = cm^2 * día$$

**Dónde:** IAF=índice de área foliar (cm<sup>2</sup>)

t= tiempo (días, semana)

## Tasa foliar unitaria (TFU)

La tasa foliar unitaria (TFU, gr cm<sup>-2</sup>/cm<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>) se determinó con la ecuación:

$$TFU = \frac{(W2 - W1) * (Ln AF2 - Ln AF1)}{(AF2 - AF1) * (t2 - t1)} = gr * cm^2/cm^2 * días$$

## Rendimiento (R)

Estimación aproximada ya que AF no es muy exacta

$$R = DAF * TFU = gr$$

## Número, fechas e intervalos de muestreos

En total se realizaron seis muestreos, mismos que se efectuaron en diferentes fechas e intervalos, para un total de 90 días de duración del cultivo establecido en campo (Cuadro 2).

Numero de muestreo	Fecha de muestreo	Intervalo de tiempo	Total de días
1	F1	0	0
2	F2	20	20
3	F3	20	40
4	F4	20	60
5	F5	20	80
6	F6	20	100

Cuadro 2. Número, fechas de muestreos e intervalos de tiempo de muestreo que se realizaron para el estudio de la biomasa en la planta de tomillo.

## Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de los parámetros del crecimiento evaluados, empleando el programa STATISTICA 6.0.

## RESULTADOS

### Peso fresco y seco de tallo y de raíz

En el Cuadro 3 se observan los valores del peso (g) promedio de biomasa fresca y seca del sistema de vástago y sistema radicular de la planta de tomillo de cada muestreo de 10 plantas tomadas al azar. Con estos resultados de biomasa se calcularon los índices de crecimiento.

Número de muestreo	PFT (g)	PST (g)	PFR (g)	PSR (g)
1	0.042	0.002	0.001	0.0
2	0.463	0.084	0.098	0.019
3	1.961	0.463	0.139	0.060
4	4.449	1.061	0.312	0.121
5	4.405	0.945	0.294	0.103
6	46.581	15.076	1.193	0.69

PFT= peso fresco de tallo. PST= peso seco de tallo, PFR= peso fresco de raíz. PSR= peso seco de raíz.

Cuadro 3. Promedio de biomasa fresca y seca de tallo y raíz de plantas de tomillo.

### Longitud de tallo y de raíz

El Cuadro 4 muestra el crecimiento promedio de tallo y raíz de 10 plantas de tomillo (*Thymus vulgaris* L.).

Número de muestreo	Longitud de tallo (cm)	Longitud de raíz (cm)
1	6.69	5.82
2	12.23	7.53
3	18.07	8.28
4	21.55	15.36
5	21.59	15.36
6	40.68	15.7

Cuadro 4. Crecimiento promedio de longitud de tallo y de raíz de plantas de tomillo.

## Valores promedio de los parámetros de crecimiento

En el Cuadro 5 se presentan las fechas de muestreo y los valores promedio calculados para cada uno de los parámetros del crecimiento evaluados.

Fecha	IAF	TAN	TRC	TCC	CAF	CPF	AFE	V/R	DAF	TFU	R
F1	0	1.3	0.09	0.0025	0.62	1.5	0.53	2	0.0639	0.079	0.05
F2	0.00047	3.4	0.02	0.0072	0.19	1.22	0.33	4.42	0.0591	0.832	0.041
F3	0.0005	3.36	0.03	0.0476	0.42	1.12	0.48	4.71	0.0324	2.071	0.067
F4	0.0003	0.099	0.09	0.237	0.26	1.11	0.22	8.83	0.0347	8.809	0.030
F5	0.00031	2.77	0.39	7.1271	0.5	4.77	0.27	9.17	0.0153	1.791	0.027
F6	0.00073	1.5	0.05	0.6565	0.5	3.13	0.16	21.84	0.0919	1.567	0.144

**IAF:** índice de área foliar ( $\text{cm}^2$ ), **TAN:** tasa de asimilación neta ( $\text{g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ), **TRC:** tasa relativa de crecimiento ( $\text{g día}^{-1}$ ), **TCC:** tasa de crecimiento del cultivo ( $\text{g día}^{-1}$ ), **CAF:** cociente de área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ día}^{-1}$ ), **CPF:** cociente de peso foliar (g), **AFE:** área foliar específico ( $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ), **V/R:** relación vástago-raíz (g), **DAF:** duración del área foliar, **TFU:** tasa foliar unitaria ( $\text{g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ), **R:** rendimiento (g).

Cuadro 5. Fechas de muestreo y valores promedio para cada parámetro del crecimiento evaluado.

## DISCUSIÓN

### Índice de área foliar (IAF)

El índice de área foliar es un importante atributo del crecimiento aéreo de las plantas, debido a que las hojas son dominantes en el proceso fotosintético y por consiguiente para la producción de asimilados (Nobel, 1999). El IAF es la sumatoria de todas las áreas de hojas por una unidad de suelo y la estimación directa consiste en la cosecha de material vegetal en un área conocida (Wilhelm *et al.*, 2000), pero también se determina indirectamente por medio de la intercepción de la radiación solar (Cortés, 2003).

El IAF, el cual alcanzó un crecimiento determinado a los 50 días, pero en la última fecha se logró un número máximo de IAF, esto debido a que la plantación se le realizó una poda y se dejaron pasar 20 días a la fecha de lectura anterior para luego volverse a muestrear.

### Tasa de asimilación neta (TAN)

La TAN también denominada tasa foliar unitaria (TFU) o índice de eficiencia fotosintética, representa la ganancia neta en peso seco por unidad de área foliar y es una medida indirecta de la fotosíntesis (Hunt, 1982). Es definida como el incremento de material vegetal por unidad de tiempo y se expresa en  $\text{g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$  (Beadle, 1988). La TAN es una medida de la eficacia del follaje, el cual constituye la principal fuente de fotoasimilados en la producción de materia seca e indica también la velocidad de fotosíntesis neta en un lapso relativamente largo, entre dos muestreos (Escalante y Kohashi, 1993).

A los 90 días se logró la máxima TAN ( $8.8 \text{ g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ), posteriormente esta tiende

a disminuir por el envejecimiento de la planta, el cual es un resultado que se compara con lo expresado por Gardner *et al.* (1990) quien menciona que este parámetro no es constante con el tiempo y muestra una tendencia a disminuir con la edad de la planta. La disminución se acelera por un ambiente desfavorable y la ganancia de materia seca por unidad de área foliar disminuye en la medida que brotan nuevas hojas, debido al sombreo recíproco. Por su parte, Hunt (1982) menciona que la TAN, indica la eficiencia fotosintética promedio, individual o en una comunidad de plantas. La capacidad de la planta para incrementar su masa seca en función del área asimiladora en periodos cortos a lo largo del ciclo de crecimiento depende del área foliar, de la disposición y edad de las hojas y de los procesos de regulación interna relacionados con la demanda de los asimilados.

### **Tasa relativa de crecimiento (TRC)**

La TRC, la cual logró su máxima expresión a los 90 días. Según Pedroza *et al.* (1997) esta es un índice de eficiencia que expresa el crecimiento en términos de una tasa de incremento en tamaño por unidad de tamaño y tiempo; lo que representa la eficiencia de la planta como productor de nuevo material y depende de la fotosíntesis total y de la respiración (Sivakumar y Shaw, 1978); además se propone como una medida que integra el comportamiento fisiológico de las plantas (Radford, 1967). Es una medida del balance entre la capacidad potencial de fotosíntesis y el costo respiratorio (Archila *et al.*, 1998), pero además expresa el incremento en masa seca de la planta en un intervalo de tiempo dado, tomando como referencia el valor inicial de la masa seca producida y acumulada.

### **Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)**

Según Hunt (1982) la TCC mide la ganancia de biomasa vegetal en el área de superficie ocupada por la planta. Es aplicable a plantas que crecen juntas en cultivos cerrados. La máxima TCC ocurre cuando las plantas son suficientemente grandes o densas para explotar todos los factores ambientales en mayor grado. En ambientes favorables, la máxima TCC ocurre cuando la cobertura de las hojas es completa y puede representar el máximo potencial de producción de masa seca y de tasas de conversión en un momento dado (Brown, 1984). De acuerdo a lo expuesto anteriormente, los resultados encontrados en tomillo, se puede decir que la máxima ganancia de biomasa en el área de superficie ocupada por la planta fue de 7 g día<sup>-1</sup> a los 90 días.

### **Cociente de área foliar (CAF)**

El área foliar y el índice de área foliar son parámetros ampliamente utilizados en estudios de ecofisiología de cultivos (Coombs y Hall, 1982). La máxima expresión del cociente del área foliar se logró a los 50 días, para luego lograr la disminución del cociente de área foliar en tomillo. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Kvet y Marshall (1971), Astegiano y Favaro (1987) quienes mencionan que las funciones que relacionan estas dimensiones varían claramente entre especies, aunque también afecta el estudio de

desarrollo, genotipo, estación de crecimiento y edad de las hojas.

### **Cociente de peso foliar (CPF)**

EL cociente de peso foliar, donde al nivel del peso de las plantas se tuvo un incremento hasta los 70 días y después disminuyó. Este se considera la relación entre el área foliar total de la planta y la materia seca total de las hojas de la planta. En condiciones normales y para la mayoría de los cultivos, el espesor de las hojas aumenta con la edad, en el caso del frijol aunque estos valores fluctúan, permanecen dentro de un rango en el cual el aumento en espesor es mínimo; sin embargo, esta parece ser la situación normal para plantas de frijol desarrolladas en condiciones de soluciones nutritivas. Jones (1968) cita valores de AFP para frijol con condiciones de campo y de invernadero; de acuerdo con este autor, el AFP de las plantas desarrolladas en soluciones nutritivas es hasta tres veces mayor que el de plantas desarrolladas en el campo lo cual se debe a la exuberancia del crecimiento en estas condiciones (Jones, 1968).

Las variaciones en el CPF tiene gran influencia en el índice de crecimiento relativo (ICR) ya que debido a la relación que existe entre el ICR y la relación de área foliar (RAF) y entre esta y el AFE, cualquier cambio en el área foliar específica hará variar el índice de crecimiento relativo a través de la razón de área foliar (Ascencio, 1972).

### **Área foliar específica (AFE)**

La respuesta del área foliar específica (AFE) en función del tiempo. Durante todo el periodo evaluado, la máxima AFE se presentó al inicio del trabajo; lo anterior sugiere que al considerar la expansión del área foliar como una respuesta plástica altamente influenciada por la radiación, es probable que las hojas más pequeñas y delgadas observadas en los niveles donde alcanza menor radiación sean la respuesta de un autoajuste de la planta para captar el máximo posible de energía solar disponible para la asimilación clorofílica; sin embargo, esta situación no representó una mayor eficiencia en la producción de fotoasimilados por unidad de área foliar, tal como se demostró con la TAN.

Según Páez *et al.* (2000) indican que las plantas pueden ajustarse a un ambiente de menor irradiación aumentando el área foliar específica (AFE); así, en el caso del tomate estos autores observaron este efecto solamente hasta los 45 días de crecimiento vegetativo. Una tendencia similar se observó en investigaciones realizadas por De Grazia *et al.* (2001) en lechuga (*Lactuca sativa* L.) en las que el AFE fue afectada por la atenuación del nivel de radiación, provocando un incremento en ella. Por su parte, Flórez *et al.* (2006) afirma que el AFE, es una medida de la superficie foliar de la planta en términos de densidad o grosor relativo de la hoja. Se define como la relación entre el área total de la hoja y la masa del área foliar de la planta.

### **Relación vástago-raíz (v/r)**

La máxima relación vástago/raíz se logró a los 90 días, esta máxima relación se

da debido a que la última lectura se realizó 20 días después de la penúltima, esto quiere decir que se dejó pasar el tiempo para determinar si realmente se incrementa la relación vástago raíz. Según Lincoln *et al.* (2006) la relación de la biomasa vástago-raíz y la fotosíntesis realizada por el vástago, menciona que un brote crecerá tanto como para que el factor limitante sea la cantidad de agua incorporada por las raíces; por el contrario, las raíces crecerán hasta que su demanda de fotoasimilados al vástago iguale el aporte. Este equilibrio funcional cambia si se reduce el aporte de agua.

Según Helms y Baker (1982) la relación de la biomasa vástago-raíz parece estar gobernada por el vástago. De forma sencilla, un brote crecerá tanto como para que el factor limitante sea la cantidad de agua incorporada por las raíces; por el contrario, las raíces crecerán hasta que su demanda de fotoasimilados al vástago iguale el aporte.

Por su parte, Hawley y Smith (1972) mencionan que la expansión foliar se ve afectada rápidamente al reducir el aporte de agua, mientras que la actividad fotosintética se ve mucho menos afectada. La inhibición de la expansión reduce el consumo de carbono y energía y una gran parte de los productos asimilados por las plantas pueden ser distribuidos por el sistema radicular, donde pueden sustentar un posterior crecimiento, al mismo tiempo los ápices radiculares pierden turgencia en suelos secos.

### **Duración del área foliar (DAF)**

La DAF es un área, las unidades de cualquier área son el producto de sus dimensiones. Puesto que el IAF no posee unidades, la DAF determinada mediante integración se expresa en unidades de tiempo, usualmente días o semanas (Robert *et al.*, 2004). La máxima expresión alcanzada a los 90 días después del trasplante, esto quiere decir que se logró la máxima duración en cm<sup>2</sup> por día. Esta duración del área foliar, aumentó en las primeras fechas y para los 90 días disminuyó, quizás por el aumento de las altas temperaturas.

Según Rodríguez y Leihner (2006), la DAF ha demostrado ser un criterio valioso para identificar genotipos productivos. La justificación para ello es que las plantas que logran mantener sus hojas durante un mayor número de días requieren una menor inversión de energía en el mantenimiento del follaje activo. Por el contrario, los genotipos con hojas que caen en poco tiempo, deben restituir el área foliar continuamente, lo cual implica un costo biológico que repercute negativamente sobre el rendimiento. En el caso de la yuca, por ejemplo, los genotipos más productivos son aquellos que mantienen sus hojas por más de 100 días. En este sentido, Ginson y Fische (2004) mencionan que las variedades tradicionales de porte alto y de larga duración tienen muchas veces, una eficiencia fotosintética (o una tasa foliar unitaria) más alta y una duración de la materia seca total mayor que las variedades modernas semi-enanas; éstas son de corta duración pero su rendimiento es alto.

## Tasa foliar unitaria (TFU)

El peso es una de las formas más adecuadas para expresar el rendimiento parcial o total de una planta, ya que es una cuantificación más precisa de la producción por ser una medida directa. Además, se pueden establecer comparaciones de rendimiento entre sitios diferentes, principalmente cuando se expresa en un peso seco al horno (Gutiérrez, 1984).

La tasa foliar unitaria, que tuvo un constante aumento foliar, logrando  $1600 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$ ; esta máxima duración se logró a los 90 días, aunque a partir de los 70 días se mantuvo similar hasta los 90 días del último muestreo.

## Rendimiento (R)

Según Challa *et al.* (1995) el rendimiento de un cultivo viene dado por la capacidad de acumular biomasa (materia fresca y seca) en los órganos que se destinan a la cosecha y un incremento proporcional de la biomasa destinada a estos órganos garantiza un incremento del rendimiento. Así, la distribución de materia seca entre los diferentes órganos de la planta tiene un papel fundamental en la producción de un cultivo. Los resultados obtenidos demuestran que lo establecido por Challa *et al.* (1995) se corroboran en tomillo. Como en el transcurso de la evaluación se logró a los 90 días el máximo rendimiento.

## CONCLUSIONES

- La planta de tomillo cuenta con una facilidad de poder adaptarse en una zona donde existe una baja humedad en el suelo.
- Puesto que en tomillo también su sistema de vástago permaneció en condición de ambiente natural, en un lugar donde los factores y elementos del clima que intervienen en su crecimiento oscilan en rangos diferentes. Realmente esta planta no quiere de gran demanda de agua.
- Para obtener una buena producción de la planta de tomillo de forma orgánica, se requiere de contar con un suelo con un alto contenido de materia orgánica y/o incorporar de alguna otra fuente donde se obtenga una fertilización de manera orgánica para el crecimiento y la producción de esta planta.
- De las variables de crecimiento teóricas, se encontró que el IAF alcanzó un crecimiento determinado a los 70 días.
- La TAN máxima se alcanzó a los 70 días con  $8.8 \text{ g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ , mientras que la TRC, logró su máxima expresión a los 90 días, con una ganancia por la planta de  $7 \text{ g día}^{-1}$  a los 90 días.
- El máximo cociente del área foliar se logró a los 50 días, a asimismo el cociente de peso foliar del peso de las plantas logró un incremento hasta los 70 días, por otro lado la máxima relación vástago/raíz se logró a los 90 días.
- La DAF logró su máxima expresión a los 90 días después del trasplante, por lo que podemos concluir que el tomillo por tener su sistema de vástago

permaneció en condición de ambiente natural, en un lugar donde los factores y elementos del clima que intervienen en su crecimiento oscilan en rangos diferentes. Realmente esta planta no quiere de gran demanda de agua por lo que la máxima área foliar se logra a los 75 días.

## REFERENCIAS

- Acevedo, I., Pire, R. 2004. Efectos del lombricompost como enmienda de sustrato para el crecimiento del lechoso (*Carica papaya* L.). *Interciencia*. 29(5):274-279.
- Alcaraz, F., Sánchez, P. Correal. 1989. Catálogo de plantas aromáticas, medicinales y condimentarias de la Región de Murcia. Colección Monografías. INIA-MAPA No. 67. Madrid, España. 156 p.
- Assured Produce The Growing Partnership. 2009. Crop specific protocol. Herbs (culinary) CROP ID: 38 Assured Food Standards. United Kingdom. 43 p.
- Archila, J., U. Contreras, H. Pinzón, H. Laverde, G. Corchuelo. 1998. Análisis de crecimiento de cuatro materiales de lechuga (*Lactuca sativa*). *Agron. Colomb.* 16(1):68-75.
- Arcila-Lozano, Cynthia Cristina et al. El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. ALAN, Caracas, v. 54, n. 1.
- Arvy, M., Gallounin, F. 2007. Especies, aromatizantes y condimentos. Ediciones mundi- Prensa. España. 413 p.
- Agricultura y Alimentación. Dirección General de Tecnología Agraria. Gobierno de Aragón.
- Baeyens, J. 1970. Nutrición de las plantas de cultivo (Fisiología aplicada a las plantas agrícolas). Ed. Lemos. Madrid, España. 631 p.
- Beadle, C.L. 1985. Análisis del crecimiento vegetal. pp. 16-22. *In: Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad*. Coombs, J., May, D.O., Long, S.P., Scurlock, J. (Eds.). Ed. Futura. Chapingo, México.
- Bereño, P. 2006. Hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco manejo agronómico, producción y costos. En: Clavijo, J., Bereño P., Guido, C., Chaparro, L. (Eds.). p. 65-72. Últimas tendencias en hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco. Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá. Colombia. 206 p.
- Beadle, C. L. 1988. Análisis del crecimiento vegetal. pp. 17-21. *In: Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad*. Traducido al español de la 2da edición en inglés. Patrocinada por el programa ambiental de las naciones unidas (UNEP) y Colegio de Postgraduados. Ed. Futura. Chapingo, México.
- Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. 2da Edición. Traducido al español por Cano y Cano, G.G. Rojas-Garcidueñas, M. A.G.T. Editor. D.F., México. 784 p.
- Manuales sobre energía renovable: Biomasa. Biomass users network (BUN-CA). 1a ed. San José, Costa Rica. Biomass users network (BUN-CA). 2002. 42 p.
- Brand G. D., Weetman, F.G. 1987. Growth analysis of perennial plants: The relative production rate and its yield components. *Annals of Botany*. 59:45-53.

Brown, R.H. 1984. Growth of the green plant. pp. 153-174. En: Physiological basis of crop growth and development. American Society of Agronomy, Madison.

Burillo, J., García-Vallejo, M.C. 2003. Investigación y experimentación de plantas aromáticas y medicinales en Aragón. Cultivo, transformación y analítica.

Connor, D.J., V.O. Sadras. 1992. Physiology of yield expression in sunflower. *Field Crops Res.* 30:333-389.

Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes). 2008. Documento Conpes 3514. Política nacional fitosanitaria y de inocuidad para cadenas de frutas y otros vegetales. Dirección de Desarrollo Rural Sostenible. Colombia 45 p.

Craker L. E. 2007. Medicinal and aromatic plants: future opportunities. In: Issues in new crops and new uses. J. Janick, A. Whipkey (Eds.) ASHS Press. Alexandria VA.

Corporación Colombiana Internacional (CCI), Asociación Hortofrutícola de Colombia (ASOOHOFrucol). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y Plan Hortícola Nacional (PHN). 2007. Plan de desarrollo 2006-2015. Colombia. 529 p.

Corporación Colombiana Internacional (CCI). 1999 Agricultura ecológica: una opción promisoriosa para el campo. Producción, comercio y reglamentación. Primera edición. Colombia. 217 p.

Cortés, H. 2003. Mediciones del índice área foliar por medio de interceptación de radiación solar. Memoria. Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 41 p.

Curtis, P.S., A. Läuchli. 1986. The role of leaf area development and photosynthetic capacity in determining growth of kenaf under moderate salt stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 18:553-565.

Challa, H., Heuvelink, E., Van Meeteren, U. 1995. Crop growth and development. Long-term responses. Crop growth. In: Bakker, J.C., Bot, G.P.A., Challa, H., Van de Braak, N.J. Greenhouse climate control: an integrated approach. Wageningen: Wageningen Pers. p. 62-84.

Dagoberto Castro Restrepo, Jesús Jaiber Días García, Raquel Serna Betancur, María Denis Martínez Tobón, Paola Andrea Urrea, Katalina Muñoz Durango. 2013. Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. Segunda edición. Pp. 56-57.

Enrique Villalobos-Rodríguez. 2001. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales. Análisis de crecimiento vegetal. Vol. 7. Pag. 20.

Escalante, E.J.A, Kohashi, S.J. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo. 84 p.

Etchevers, J.D. 1999. Técnicas de diagnóstico útiles en la medición de la fertilidad del suelo y el estado nutricional de los cultivos. *Terra.* 17:209-219.

Figueiredo A.C., J.G. Barroso, L.G. Pedro, J.J.C. Scheffer. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal.* 23:213-226.

Font, Quer, P. 1981. Plantas medicinales. El dioscórides renovado. Editorial labor. Barcelona.

Flórez, V., D. Miranda, B. Chaves, L. Chaparro, C. Cárdenas, A. Fariás. 2006. Parámetros considerados en el análisis de crecimiento en rosa y clavel en los sistemas de cultivo en suelo y en sustrato. En: Flórez, V., A. De la C. Fernández, D. Miranda, B. Chaves, J.M. Guzmán (Eds.). Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Gardner F., Brent P., Mitchell R.L. 1985. Physiology of crop plants. Iowa State University. 327 p.

Gardner, R.L., Lyon, M.F., Evans, E.P., Burtenshaw, M.D. 1985. Clonal analysis of X-chromosome inactivation and the origin of the germ line in the mouse embryo. J. Embryol. Exp. Morph. 88:349-363.

Gómez, D. 2008. Aspectos ecológicos de los pastos. Publicado en Fillat, F., García-González, R., Gómez, D., Reiné, R. (Eds.). Pastos del Pirineo. Cap. 7:61-73. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Premios Félix de Azara. Diputación de Huesca. Madrid.

Guillén, M.D., Burillo, J. 1996. Characterization of the essential oils of some cultivated aromatic plants of industrial interest. J Sci Food Agric. 70:359-363.

Hocking, P.J., B.T. Steer. 1983. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus* L.) during growth. Field Crops Res. 6:93-107.

Ho, L.C., Grange, R.I., Shaw, A.F. 1989. Source/sink regulation, pp. 306-343. In: Transport of photoassimilates. Baker, D., Millburn, J.A. (Eds.). Longman Scientific and Technical. Essex, U K.

Hunt, R. 1978. Plant Growth analysis. Studies in biology. No. 96. Edward Arnold (Publisher). London. 67 p.

Hunt, R. 1979. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edit. Arnold Publishers, London.

Hunt, R. 1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold Publishers, Ltd. London. 248 p.

Hunt, R. 1990. Basic growth analysis for beginners. Hyman L.T.D., London, UK. 112 p.

Hunt, R. 2003. Plant growth analysis: individual plants. En: Thomas, B., D.J. Murphy y D. Murray (eds.). Encyclopaedia of applied plant sciences. Academic Press, London. pp. 579-588.

Jarma, O.A. 2005. Cinética del crecimiento. Escuela de Posgrado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá DC. 12 p. (Mimeografiado).

Kaloustian, J., L. Abou, C. Mikail, M.J. Amiot, H. Portugal. 2005. Southern fresh thyme oils chromatographic study of chemotype. J. Sci. Food Agric. 85(14):2437-2444.

Lincoln Taiz, Eduardo Zeiger. 2006. Fisiología Vegetal, Volumen 2. Pag. 1135.

López, M. 2006 Tomillo: propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas. Fitoterapia. Offarm, 25(1): 74-77.

Loscos, F., 1986. Reedición. Tratado de plantas de Aragón. Ed. Fascicular. Instituto de Estudios Turolenses de la Excm. Diputación Provincial de Teruel.

- Martínez, Verges, F. 1980. Contribución al estudio fitoquímico y quimiotaixonómico del género *Thymus vulgaris*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 2 tomos.
- Mithorphe F., L. Moorby J. 1982. An introduction to crop physiology. Cambridge University Press. 202 p.
- Ministerio de Protección Social (MPS). 2008. Vademecum Colombiano de Plantas Medicinales. Colombia. 307 p.
- Montaño, Juan Pablo. 2008. Administrador finca "aroma orgánico", vereda Checua, Nemocón (Cundinamarca). Comunicación Personal. Fecha: 31 de marzo del 2008.
- Mohr, L.B. 1995. Impact analysis for program evaluation. Sage.
- Muñoz, F. 2002. Plantas medicinales y aromáticas. Estudio y cultivo procesado. Mundi Prensa. España. 366 p.
- McConkey M.E., J. Gerhenson, R.B. Croteau. 2000. Developmental regulation of monoterpene biosynthesis in the glandular trichomes of peppermint. *Plant Physiology* 122:215-223.
- Naghdi Badi, H., D. Yazdani, A. S. Mohammad and F. Nazari. 2004. Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris* L. *Ind. Crop. Prod.* 19:231-236.
- Novel, P.S. 1999. Physicochemical and environmental plant physiology. Ed. Academic Press. San Diego, EE.UU. 474 p.
- Omidbaigi, R., A. Arjmandi. 2002. Effects of N, P supply on growth, development, yield and active substances of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.) *Acta Hort.* 576:263-265.
- Pérez G., Martínez L.F. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 102 p.
- Pedroza M.J.A., G. Corchuelo, A. Angarita. 1997. Análisis de crecimiento de *Limonium sinuatum* Mill. cv. Midnight blue propagada sexual y asexualmente a partir de yemas vegetativas y florales. *Agron. Colomb.* 14(1):1-12.
- Radford, P.J. 1967. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Sci.* 7:171-175.
- Raffo, M. y D. Iglesias. 2004. Efecto de la interceptación y distribución de la radiación fotosintéticamente activa en manzanos cv. 'Fuji', bajo cuatro sistemas de conducción en alta densidad. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)* 33(2), 29-42.
- Radosevich, S.R., Holt, J.S. 1984. Weed ecology. Implications for vegetation management. Wiley, New York, 265 p.
- Sangwan N.S., A.H.A. Foroqi, F. Shabih, R.S. Sangwan. 2001. Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation.* 34:3-21.
- Salisbury F.B., Ross C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Ed. Iberoamericana S.A de C.V. D.F., México 759 p.

- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 2000. Capítulo 12: Fotosíntesis: aspectos ambientales y agrícolas. pp. 410-411. En: De la Fuente, C. (ed). Fisiología de las plantas. Vol. 2. Bioquímica vegetal. Paraninfo Thomson Learning, Madrid. 523 p.
- SIAP. 2009. Anuario estadístico de la producción agrícola. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350)(Consultado 30 de marzo de 2011).
- Silvori M.E., Montaldi R.E. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 106 p.
- Sivakumar, M.V.R., R.H. Shaw. 1978. Methods of growth analysis in field growth soybeans *Glycine max* (Merril). Ann. Bot. 42:213-32.
- Stahl, E., Venskutonis, R. 2004. Thyme. p. 297-318. En: Peter, K. (Ed). Handbook of herbs and spices. Volume 2. First Edition. Woodherad Publishing Ltd. and CRC Press. United states. 374 p.
- Steer, B.T., P.J. Hocking. 1984. Nitrogen nutrition of sunflower (*Helianthus annuus* L.): acquisition and partitioning of dry matter and nitrogen by vegetative organs and their relationships to seed yield. Field Crops Res. 9:237-251.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2006. Fisiología vegetal. Vol. 10. Universitat Jaume I.
- Trapani N., A.J. Hall, F.J. Villalobos. 1994. Pre-anthesis partitioning of dry matter in sunflower (*Helianthus annuus* L.) crops. Field Crop. Res. 37:235-246.
- Villalobos F.J., V.O. Sadras, A. Soriano, E. Fereres. 1994. Planting density effects on dry matter partitioning and productivity of sunflower hybrids. Field Crop. Res. 36:1-11.
- Villar, L., Palacín, J.M., Galvo, C., Gómez, D., Monserrat, G. 1987. Plantas medicinales del Pirineo Aragonés y demás tierras oscenses. Diputación de Huesca. Huesca.
- Wild, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. 1045 p.
- Wilhelm, W., K. Ruwe, M. Schilemmer. 2000. Comparison of three leaf area index meters in a corn canopy. Crop Science 40:1179-1183.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

*Abonos líquidos* 8, 13, 18, 22, 25, 26, 27

*Abonos orgánicos* 8, 9, 10, 13, 21

Ácidos grasos 1, 2, 3, 4, 5, 6

### B

Biomasa 29, 30, 32, 33, 35, 38, 40, 41, 42, 43, 45

### C

Comportamiento maternal 49, 52

Conejo 49, 50

Crecimiento 8, 10, 21, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 53

Cruce industrial 49

Cultivo 9, 10, 12, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 57, 58

### E

Efectividad agrobiológica 29

Evaluación económica 56, 57

### F

*Fertilidad* 8, 9, 10, 45, 50

Finca agrícola 55

Finca modal 56, 57, 58, 60, 62, 63, 65

Frijol dolichos 29, 34, 35

### L

*Lablab purpureus* 29, 30

Linfocitos 1, 5

### M

Mufa 1, 2, 4, 5

### N

*Nutrición* 3, 8, 44

### P

Paraguay 55, 56, 57, 58, 66, 67

Peso de la camada 49, 52

Producción 2, 5, 10, 17, 21, 30, 31, 32, 34, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 50, 51, 55, 56, 57, 59, 60, 62, 63, 65, 66, 67

Prolificidad 49, 51, 53

*Psidium guajava* 8, 9, 10, 21, 28

## R

Rentabilidad 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66

Resiliencia 1, 2, 49, 50

## S

Sensibilidad ambiental 1, 2, 3, 6

Suelo 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 34, 39, 43, 44, 45, 46, 48, 65

## T

*Thymus vulgaris* 29, 30, 31, 33, 39, 47

Tomillo 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 41, 43, 44, 46

## Z

Zafra 55, 58

Zonas áridas 30

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



Investigación, tecnología e innovación  
**EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

  
Ano 2022

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



Investigación, tecnología e innovación  
**EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

  
Ano 2022