



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE MAGÍSTER EN CIENCIAS AGRARIAS

“Evaluación de enmiendas orgánicas sobre la productividad, contenido y calidad de aceites esenciales en producción biológica de dos cultivares de orégano europeo (*Origanum vulgare*).”

DAMIÁN PABLO BELLADONNA

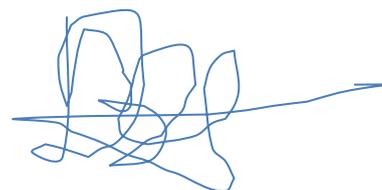
BAHIA BLANCA

ARGENTINA

2022

PREFACIO

Esta tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado académico de Magíster en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Agronomía entre el 6/8/2014 y el 28/9/2021, bajo la dirección del Dr. Ing.Agr. Roberto Rodríguez.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Belladonna, Damián Pablo

Certifico que fueron incluidos los cambios y correcciones sugeridas por los jurados.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to read 'R. Rodríguez'.

Dr. Ing. Agr. Rodríguez, Roberto Adrián

“Evaluación de enmiendas orgánicas sobre la productividad, contenido y calidad de aceites esenciales en producción biológica de dos cultivares de orégano europeo (*Origanum vulgare*)”

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo debido al creciente interés generado en los últimos años por parte de los diversos actores del complejo agroindustrial respecto a las especies aromáticas y medicinales. Este interés ha sido motivado por factores agronómicos, ecológicos, sociales y económicos; constituyendo una alternativa válida para acceder a nuevos mercados con productos diferenciados. Su objetivo general fue evaluar la adaptación de este cultivo a la región agroclimática del sudoeste bonaerense, y particularmente el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas de diferente composición, producidas localmente, en el crecimiento y desarrollo de plantas de orégano europeo (*Origanum vulgare*) ecotipo Mendocino y cv. Don Bastías. Se plantearon 3 tratamientos con dos enmiendas orgánicas diferentes y un testigo, para cada material cultivado. Se aplicó una dosis única como abonado de fondo en implantación y de superficie incorporado para el año 2. Las variables evaluadas fueron altura de las plantas, diámetro de las matas, producción de biomasa en peso fresco, peso seco y peso seco despallado, contenido porcentual de aceite esencial y rendimiento total de aceite. A su vez, se realizó la caracterización de los aceites esenciales obtenidos por medio de técnicas de CG-EM. La adaptación agroclimática a la región fue buena, sin presencia de plagas o enfermedades que limiten la implantación. Para ambos materiales la incorporación de enmiendas orgánicas demostró aumentar las variables de crecimiento y producción en este cultivo, aunque sin diferenciarse entre ellas. Las plantas del ecotipo Mendocino pudieron ser cosechadas dos veces en cada temporada, mientras que el cv. Don Bastías tuvo sólo una cosecha anual, marcando las esperadas diferencias fenológicas entre ambos cultivares. Los valores de contenido porcentual de aceite esencial estuvieron en valores esperables para los materiales y con quimiotipos no citados previamente para esta especie.

Abstract

The present study was carried out due to the growing interest generated in recent years by the various actors of the agro-industrial complex regarding aromatic and medicinal species. This interest has been motivated by agronomic, ecological, social and economic factors; constituting a valid alternative to access new markets with differentiated products. Its general objective was to evaluate the adaptation of this crop to the agroclimatic region of southwestern Buenos Aires, and particularly the effect of the application of organic amendments of different composition, produced locally, on the growth and development of European oregano (*Origanum vulgare*) ecotype plants. Mendocino and cv. Don Bastías. Three treatments were proposed with two different organic amendments and a control, for each cultivated material. A single dose was applied as a bottom fertilization in implantation and surface fertilization incorporated for year 2. The variables evaluated were plant height, diameter of the bushes, biomass production in fresh weight, dry weight and dry weight destemmed, percentage content essential oil and total oil yield. In turn, the characterization of the essential oils obtained by means of GC-EM techniques was carried out. The agroclimatic adaptation to the region was good, without the presence of pests or diseases that limit the implantation. For both materials, the incorporation of organic amendments proved to increase the growth and production variables in this crop, although without differentiating between them. Plants of the Mendocino ecotype could be harvested twice in each season, while cv. Don Bastías had only one annual harvest, marking the expected phenological differences between both cultivars. The values of percentage content of essential oil were in expected values for the materials and with chemotypes not previously cited for this species.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1. Introducción.....	1
1.1. Producción orgánica	1
1.2. Enmiendas en la agricultura orgánica: el problema de la fertilidad	5
1.3. El cultivo de plantas aromáticas y medicinales... ..	10
1.4. El cultivo de orégano europeo (<i>Origanum vulgare</i>)... ..	14
1.5. Caracterización de ecotipos... ..	15
1.6. Orégano Don Bastías: el primer orégano argentino... ..	16
1.7. Deshidratado de hierbas aromáticas... ..	17
1.8. Aceite esencial de orégano... ..	28
1.9. Características químicas de los aceites esenciales	32
2. Hipótesis.....	37
3. Objetivos.....	38
4. Materiales y métodos.....	39
4.1. Localización... ..	39
4.2. Historia del lote... ..	40
4.3. Sistema de riego... ..	40
4.4. Obtención de plantines... ..	40
4.5. Diseño experimental... ..	41
4.6. Variables ambientales.....	42
4.6.1. Registro de temperatura, humedad relativa y precipitaciones... ..	42
4.7. Muestreos... ..	42
4.8. Determinaciones.....	43
4.9. Otras determinaciones... ..	44
4.10. Análisis estadísticos... ..	46
5. Resultados y discusión.....	47
5.1. Condiciones ambientales durante el período estudiado... ..	47
5.1.1. Temperatura.....	47
5.1.2. Precipitaciones.....	48
5.1.3. Humedad relativa.....	49
5.1.4. Análisis de suelo de la parcela experimental... ..	49
5.1.5. Análisis del agua de riego utilizada en la parcela experimental.....	50

5.1.6. Análisis químico de las enmiendas utilizadas en el ensayo.....	51
5.1.7. Fenología del cultivo durante los dos ciclos productivos.....	52
5.2. Efectos de las diferentes enmiendas orgánicas sobre el crecimiento del orégano.....	53
5.2.1. Primer ciclo (Octubre 2014- Abril 2015)	53
5.2.1.1. Primer corte (Diciembre-Enero 2015).....	53
5.2.1.1.1. Altura de la planta.....	53
5.2.1.1.2. Diámetro de las matas.....	53
5.2.1.1.3. N° de tallos mayores a 5cm.....	54
5.2.1.1.4. Peso fresco parte aérea.....	54
5.2.1.1.5. Peso seco aéreo.....	55
5.2.1.1.6. Peso seco aéreo despallado.....	56
5.2.1.1.7. Relación hoja:tallo.....	56
5.2.1.1.8. Aceite esencial.....	57
5.2.1.1.9. Contenido porcentual de aceite esencial.....	58
5.2.1.1.10. Resumen primer corte.....	59
5.2.1.2. Segundo corte (Marzo 2015)	60
5.2.1.2.1. Altura de la planta.....	60
5.2.1.2.2. Diámetro de las matas.....	61
5.2.1.2.3. N° de tallos mayores a 5cm.....	61
5.2.1.2.4. Peso fresco parte aérea.....	62
5.2.1.2.5. Peso seco aéreo.....	63
5.2.1.2.6. Peso seco aéreo despallado.....	63
5.2.1.2.7. Relación hoja:tallo.....	64
5.2.1.2.8. Aceite esencial.....	64
5.2.1.2.9. Contenido porcentual de aceite esencial.....	65
5.2.1.2.10. Resumen primer corte.....	66
5.2.1.3. Resumen año 1.....	67
5.2.1.4. Discusión.....	68
5.2.2. Segundo ciclo (Octubre 2015- Abril 2016)	72
5.2.2.1. Primer corte (Diciembre-Enero 2016).....	72
5.2.2.1.1. Altura de la planta.....	72
5.2.2.1.2. Peso fresco parte aérea.....	73
5.2.2.1.3. Peso seco aéreo.....	73

5.2.2.1.4. Peso seco aéreo despalillado.....	74
5.2.2.1.5. Relación hoja:tallo.....	75
5.2.2.1.6. Aceite esencial.....	76
5.2.2.1.7. Contenido porcentual de aceite esencial.....	77
5.2.2.1.8. Resumen segundo ciclo -primer corte	78
5.2.2.2. Segundo corte (Marzo 2016).....	79
5.2.2.2.1. Altura de la planta.....	79
5.2.2.2.2. Peso fresco parte aérea.....	79
5.2.2.2.3. Peso seco aéreo.....	80
5.2.2.2.4. Peso seco aéreo despalillado.....	80
5.2.2.2.5. Relación hoja:tallo.....	81
5.2.2.2.6. Aceite esencial.....	82
5.2.2.2.7. Contenido porcentual de aceite esencial.....	82
5.2.2.2.8. Resumen segundo ciclo- segundo corte.....	83
5.2.2.3. Resumen año 2.....	84
5.2.2.4. Discusión.....	85
5.3. Caracterización del aceite esencial a través de sus componentes principales en función de los distintos tratamientos y cultivares.	88
5.3.1. Ecotipo Mendocino año 1- corte 1 y 2.	88
5.3.1.1. Análisis completo de los componentes del aceite.....	88
5.3.1.1.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial.	89
5.3.1.1.2. Discusión.....	89
5.3.2. Cv. Don Bastías- año 1- corte único.....	91
5.3.2.1. Análisis completo de los componentes del aceite.....	91
5.3.2.1.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial.	92
5.3.2.1.2. Discusión.....	92
5.3.3. Análisis multivariado de los componentes principales para ambos cultivares y tratamientos en el primer ciclo productivo.....	93
5.3.3.1. Discusión.....	95
5.3.4. Ecotipo Mendocino año 2- corte 1 y 2.	96
5.3.4.1. Análisis completo de los componentes del aceite.....	96
5.3.4.1.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial.	97
5.3.4.1.2. Discusión.....	97
5.3.4.2. Cv. Don Bastías- año 2- corte único.....	98

5.3.4.2.1. Análisis completo de los componentes del aceite.....	98
5.3.4.2.1.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial.....	99
5.3.4.2.1.2. Discusión... ..	99
5.3.5. Análisis multivariado de los componentes principales para ambos cultivares y tratamientos en el segundo ciclo productivo... ..	99
5.3.5.1. Discusión... ..	101
5.4. Conclusiones finales.....	102
6. Bibliografía consultada.....	105
7. Anexo	119
7.1. Fotografías.....	119

LISTA DE FIGURAS

Pág.

<u>Figura 1</u> Distribución del valor de las ventas de productos orgánicos al por menor...	3
<u>Figura 2</u> Millones de hectáreas destinadas a producción orgánica por país...	4
<u>Figura 3</u> Área bajo producción orgánica República Argentina.....	5
<u>Figura 4</u> Dinámica de la transferencia de calor y masa en simultáneo esquematizada para el deshidratado de un producto sólido	18
<u>Figura 5</u> Velocidad de secado en función del tiempo.....	19
<u>Figura 6</u> Evolución del contenido de humedad en función del tiempo... ..	21
<u>Figura 7</u> Limoneno - representación gráfica.....	33
<u>Figura 8</u> Eugenol- representación gráfica.....	34
<u>Figura 9</u> Carvona- representación gráfica	35
<u>Figura 10</u> Vista satelital del Predio del Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del sur... ..	39
<u>Figura 11</u> Vista satelital de la parcela.....	39
<u>Figura 12</u> Fotografía del equipamiento utilizado para la destilación de las muestras.....	45
<u>Figura 13</u> Registro de variables ambientales	48
a. Registro de precipitaciones quincenales y acumuladas para cada ciclo productivo durante el período estudiado.	48
b. Registro humedad relativa promedio diaria para el período estudiado	49
<u>Figura 14</u> Desarrollo fenológico de los materiales de orégano ensayados durante los primeros dos ciclos de cultivo... ..	52
<u>Figura 15</u> a. Altura de las plantas para los distintos tratamientos expresados en cm de la longitud del tallo más alto.....	53
b. Altura de las plantas para los distintos materiales expresados en cm de la longitud del tallo más alto (media de todos los tratamientos incluido el testigo)	53
<u>Figura 16</u> Diámetro de la mata de orégano en función del material y los tratamientos, medido en cm.....	54
<u>Figura 17</u> Número de tallos mayores a 5cm medidos en planta al momento del primer corte.....	54

<u>Figura 18</u> Peso fresco de la parte aérea al momento del primer corte en función de los tratamientos y los materiales expresado en g planta ⁻¹	55
<u>Figura 19</u> Peso seco de la parte aérea al momento del primer corte en función de los tratamientos y los materiales expresado en g planta ⁻¹	55
<u>Figura 20</u> Peso seco despallado de la parte aérea al momento del primer corte en función de los tratamientos y los materiales expresado en kg ha ⁻¹	56
<u>Figura 21</u> Relación Hoja:Tallo para los distintos tratamientos al momento del primer corte.....	57
<u>Figura 22</u> Rendimiento total de aceite esencial al momento del primer corte en función del material y los tratamientos expresado en l ha ⁻¹	57
<u>Figura 23</u> Contenido porcentual de aceite esencial en base materia seca para los tratamientos analizados.....	58
<u>Figura 24</u> Altura de las plantas para los distintos materiales y los distintos tratamientos expresados en cm de la longitud del tallo más alto.....	60
<u>Figura 25</u> Diámetro de la mata de orégano en función del material y los tratamientos, medido en cm.....	61
<u>Figura 26</u> Número de tallos mayores a 5cm medidos en planta al momento del segundo corte.....	62
<u>Figura 27</u> Peso fresco de la parte aérea al momento del segundo corte en función de los tratamientos expresado en g planta ⁻¹	62
<u>Figura 28</u> Peso seco de la parte aérea al momento del segundo corte en función de los tratamientos expresado en g planta ⁻¹	63
<u>Figura 29</u> Peso seco despallado de la parte aérea al momento del segundo corte en función de los tratamientos expresado en kg ha ⁻¹	63
<u>Figura 30</u> Relación Hoja:Tallo para los distintos tratamientos al momento del segundo corte.....	64
<u>Figura 31</u> Rendimiento total de aceite esencial al momento del primer corte en función de la variedad y los tratamientos expresado en l ha ⁻¹	64
<u>Figura 32</u> Contenido porcentual de aceite esencial en base materia seca para los tratamientos analizados.....	65
<u>Figura 33</u> Altura de las plantas para las distintas variedades y los distintos tratamientos expresados en cm de la longitud del tallo más alto.....	72
<u>Figura 34</u> Peso fresco de la parte aérea al momento del primer corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos, expresado en g planta ⁻¹	73

<u>Figura 35</u> Peso seco de la parte aérea al momento del primer corte del segundo ciclo productivo, en función de los tratamientos, expresado en g planta ⁻¹	74
<u>Figura 36</u> Peso seco despalillado de la parte aérea al momento del primer corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos y los materiales, expresado en kg ha ⁻¹	75
<u>Figura 37</u> Relación Hoja:Tallo para los distintos tratamientos al momento del primer corte del segundo ciclo productivo.....	75
<u>Figura 38</u> Rendimiento total de aceite esencial al momento del primer corte del segundo ciclo productivo en función de la variedad y los tratamientos expresado en l ha ⁻¹	76
<u>Figura 39</u> Contenido porcentual de aceite esencial en base materia seca para los tratamientos analizados.....	77
<u>Figura 40</u> Altura de las plantas para las distintas variedades y los distintos tratamientos expresados en cm de la longitud del tallo más alto.....	79
<u>Figura 41</u> Peso fresco de la parte aérea al momento del segundo corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos, expresado en g planta ⁻¹	79
<u>Figura 42</u> Peso seco de la parte aérea al momento del segundo corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos, expresado en g planta ⁻¹	80
<u>Figura 43</u> Peso seco despalillado de la parte aérea al momento del segundo corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos, expresado en kg ha ⁻¹	81
<u>Figura 44</u> Relación Hoja:Tallo para los distintos tratamientos al momento del primer corte del segundo ciclo productivo.....	81
<u>Figura 45</u> Rendimiento total de aceite esencial al momento del segundo corte del segundo ciclo productivo en función de la variedad y los tratamientos expresado en l ha ⁻¹	82
<u>Figura 46</u> Contenido porcentual de aceite esencial en base materia seca para los tratamientos analizados.....	82
<u>Figura 47</u> Análisis de los componentes principales del aceite esencial de ambos materiales y sus distintos tratamientos. Muestras extraídas a partir de la destilación por arrastre de vapor de agua con materia seca proveniente del primer corte en el año 1 de ensayo.....	94
<u>Figura 48</u> Análisis de los componentes principales del aceite esencial de ambos materiales y sus distintos tratamientos. Muestras extraídas a partir de la	

destilación por arrastre de vapor de agua con materia seca proveniente del
primer corte en el año 2 de ensayo...100

LISTA DE TABLAS

Pág.

<u>Tabla 1</u> Estadísticas de producción orgánica República Argentina.....	5
<u>Tabla 2</u> Rango de macronutrientes encontrado en varias fuentes de materia orgánica.....	7
<u>Tabla 3</u> Valores de referencia para el deshidratado de algunas hierbas de interés aromático y medicinal.....	20
<u>Tabla 4</u> Grupos de compuestos más comunes en aceites esenciales de origen vegetal.....	33
<u>Tabla 5</u> Detalle de las determinaciones realizadas a lo largo del ensayo.....	43
<u>Tabla 6</u> Registro de temperaturas mensuales para el período estudiado.....	47
<u>Tabla 7</u> Resultados del análisis de suelo inicial del lote donde se implantó la parcela experimental.....	49
<u>Tabla 8</u> Resultados del análisis de agua de riego utilizada en la parcela experimental.....	50
<u>Tabla 9</u> Caracterización del compost.....	51
<u>Tabla 10</u> Caracterización del lombricompost.....	51
<u>Tabla 11</u> Resumen de todas las variables registradas al momento del primer corte en el primer año de ensayo	59
1. Comparación de medias entre todos los tratamientos ...	59
2. Comparación de medias entre materiales	59
3. Comparación de medias entre las enmiendas	59
<u>Tabla 12</u> Resumen de todas las variables registradas al momento del segundo corte en el primer año de ensayo	66
1. Comparación de medias entre todos los tratamientos.	66
2. Comparación de medias entre los materiales.....	66
3. Comparación de medias entre las enmiendas	66
<u>Tabla 13</u> Resumen de las dos variables productivas más importantes relacionadas con la cantidad y calidad de producto final obtenido, registradas en el primer año de ensayo para los distintos materiales y tratamientos.	67
1. Comparación de medias entre todos los tratamientos... ..	67
2. Comparación de medias entre los materiales.....	67

3. Comparación de medias entre las enmiendas	67
<u>Tabla 14</u> Resumen de todas las variables registradas al momento del segundo corte en el primer año de ensayo	78
1. Comparación de medias entre todos los tratamientos... ..	78
2. Comparación de medias entre los materiales.....	78
3. Comparación de medias entre las enmiendas	78
<u>Tabla 15</u> Resumen de todas las variables registradas al momento del segundo corte en el primer año de ensayo	83
1. Comparación de medias entre todos los tratamientos... ..	83
2. Comparación de medias entre los materiales.....	83
3. Comparación de medias entre las enmiendas	83
<u>Tabla 16</u> Resumen de las dos variables productivas más importantes relacionadas con la cantidad y calidad de producto final obtenido, registradas en el segundo año de ensayo para los distintos materiales y tratamientos.	84
1. Comparación de medias entre los tratamientos.....	84
2. Comparación de medias entre los materiales.....	84
3. Comparación de medias entre las enmiendas	84
<u>Tabla 17</u> Composición del aceite esencial del ecotipo Mendocino para el primer ciclo productivo en ambos cortes y en función de los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada compuesto dentro del aceite esencial.	88
<u>Tabla 18</u> Grupos funcionales presentes en el aceite esencial del ecotipo Mendocino en el primer ciclo productivo para los distintos cortes y tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada grupo funcional dentro del aceite esencial.	89
<u>Tabla 19</u> Composición del aceite esencial del cv. Don Bastías para el primer ciclo productivo en el corte único realizado y en función de los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada compuesto dentro del aceite esencial.	91
<u>Tabla 20</u> . Grupos funcionales presentes en el aceite esencial del cv. Don Bastías en el primer ciclo productivo en su corte único y para los distintos tratamientos,	

expresado en el contenido porcentual de cada grupo funcional dentro del aceite esencial.	92
<u>Tabla 21</u> Composición del aceite esencial del ecotipo Mendocino para el segundo ciclo productivo en ambos cortes y en función de los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada compuesto dentro del aceite esencial.	96
<u>Tabla 22</u> Grupos funcionales presentes en el aceite esencial del ecotipo Mendocino en el segundo ciclo productivo para los distintos cortes y tratamientos.	97
<u>Tabla 23</u> Composición del aceite esencial del cv. Don Bastías para el segundo ciclo productivo en su corte único y en función de los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada compuesto dentro del aceite esencial.	98
<u>Tabla 24</u> Grupos funcionales presentes en el aceite esencial del cv. Don Bastías en el segundo ciclo productivo en su corte único y para los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada grupo funcional dentro del aceite esencial.	99

1. Introducción

1.1. Producción orgánica

En 1999, Argentina puso en vigencia la Ley Nacional de Producción Orgánica N° 25.127 que regula la producción ecológica, biológica u orgánica y define como producto orgánico, biológico o ecológico, a “todo producto obtenido a partir de un sistema de producción sustentable en el tiempo que, mediante el manejo racional de los recursos naturales y sin la utilización de agroquímicos de síntesis (plaguicidas, herbicidas y fertilizantes) u otros de efecto tóxico real o potencial para la salud humana, mantiene o incrementa la fertilidad del suelo, la biodiversidad y los ciclos naturales de los recursos y los seres vivos”.

El *Codex Alimentarius* define agricultura orgánica como un sistema holístico de producción que promueve y mejora la salud del agroecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, prefiriendo el uso de prácticas de manejo dentro de la finca al uso de insumos externos a la misma, tomando en cuenta que condiciones regionales requieren de sistemas adaptados a las condiciones locales. Esto se logra utilizando en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (FAO, 1999).

Un sistema de producción orgánico debe:

1. Mejorar la diversidad biológica del sistema;
2. Aumentar la actividad biológica del suelo;
3. Mantener la fertilidad del suelo al largo plazo;
4. Reciclar desechos de origen animal o vegetal para devolver los nutrientes al sistema, minimizando el uso de fuentes no renovables;
5. Contar con recursos renovables en sistemas agrícolas localmente organizados;
6. Promover el uso saludable del agua, el suelo y el aire, así como minimizar todas las formas de contaminación que pueden resultar de la producción agrícola;
7. Manejar los productos agrícolas en su procesamiento con el cuidado de no perder la integridad orgánica en el proceso;
8. Establecerse en fincas después de un período de conversión, cuya duración estará determinada por factores específicos de cada sitio, tales como el historial del terreno y el tipo de cultivos y ganado producido. (FAO, 1999).

Por su origen la agricultura orgánica surge desde una concepción integral, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos. No se trata de la mera sustitución del modelo productivo o de insumos de síntesis artificial por insumos naturales. La agricultura orgánica es una opción integral de desarrollo capaz de

consolidar la producción de alimentos saludables en mercados altamente competitivos y crecientes (FAO, 1999).

La agricultura orgánica rescata las prácticas tradicionales de producción, pero no descarta los avances tecnológicos no contaminantes, sino más bien los incorpora, adaptándolos a cada situación particular. Es la conjunción de prácticas ancestrales, como el uso de terrazas por los incas, con la agricultura tradicionalmente biodiversa de nuestros campesinos, vinculada a nueva tecnología apropiada. Dentro de los pensadores de esta nueva escuela de agricultura orgánica, se destacan en Inglaterra, Sir Albert Howard (Un testamento Agrícola, 1940), que desarrolla sistemas de producción en la India sin la ayuda de insumos externos, y Lady Eve Balfour (1899-1990) que en su libro *The Living Soil* (1943) promueve que la salud del suelo y la salud del hombre son inseparables. En Alemania Rudolph Steiner (1861- 1925), da las bases filosóficas para la agricultura biodinámica, promoviendo una agricultura que utiliza las fuerzas energéticas de todos los seres vivos y sus interacciones con el cosmos. En Japón, Mokichi Okada (1882-1955) promueve el sistema de agricultura natural, que considera que la armonía y la prosperidad humana y de otros seres, puede ser alcanzada preservando los ecosistemas. Estos pioneros tenían en común, que creían que la relación con la naturaleza debe ser de convivencia y respeto. Junto a estos creadores de formas de producción alternativas, Rachel Carson, con su libro *La Primavera Silenciosa* (1961), llamó por primera vez la atención acerca del riesgo del impacto del abuso en el uso de pesticidas sobre la naturaleza. La evidencia de que producir sin agroquímicos era posible, aunado al riesgo ya evidenciado del uso de pesticidas, una mayor conciencia de los productores del riesgo que implica producir con agroquímicos, y el interés de los consumidores por seleccionar mejor sus alimentos, son lo que le dan fuerza al desarrollo y establecimiento de la agricultura orgánica como una alternativa productiva. El rol que juegan los consumidores en el desarrollo y establecimiento de la agricultura orgánica en los mercados debe ser resaltado, dado que, por primera vez, los consumidores reconocen que, a través de la selección de sus productos, ellos pueden tener un efecto sobre la salud del planeta y el bienestar de los pequeños productores (Soto *et al.*, 2003). A nivel mundial la agricultura orgánica crece a tasa constante entre un 20 a 25% anual, siendo el sector de la producción que presenta la mayor tasa de crecimiento en el mundo, y que no es igualado prácticamente por ningún otro sector agroalimentario. Al

mismo tiempo, la demanda mundial de productos orgánicos continúa en aumento, con ventas superiores a 46 billones de dólares por año. Está concentrada en Estados Unidos y Europa, constituyendo el 97% del mercado orgánico mundial. Asia, Latinoamérica y Australia son sólo grandes productores y exportadores de alimentos orgánicos (Willer et al., 2012).

Según datos del IFOAM y el Instituto Internacional Orgánico y de Investigación de la Agricultura Ecológica (FiBL) en su último reporte del año 2020, el mercado orgánico mundial alcanzó los 106,4 mil millones de euros, y la tierra agrícola orgánica en el mundo es de 72,3 millones de hectáreas.

Los Estados Unidos son el principal mercado con 44,7 mil millones de euros, seguido de Alemania (12 mil millones de euros) y Francia (11,2 mil millones de euros).

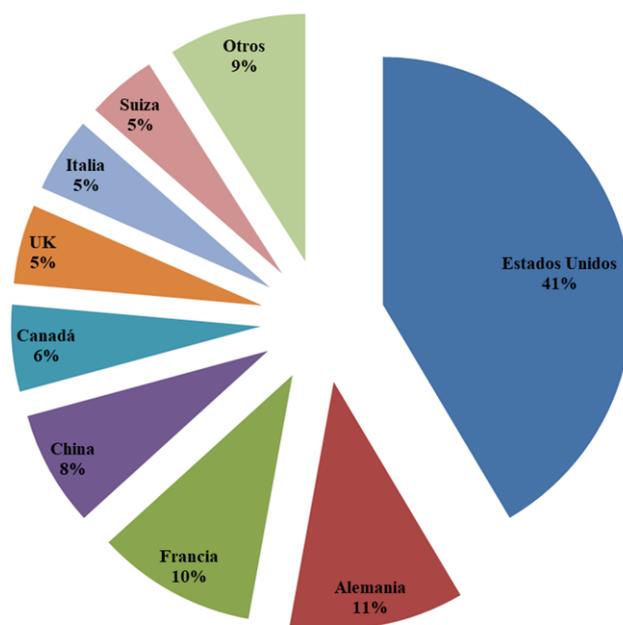


Figura 1. Distribución del valor de las ventas de productos orgánicos al por menor por país. Elaborado a partir de IFOAM Annual report, 2020.

Por otro lado, se alcanzó la suma de tres millones de productores orgánicos en 2019. Como en años anteriores, los países con el mayor número de productores fueron India (1.366.226), Uganda (210.353) y Etiopía (203.602).

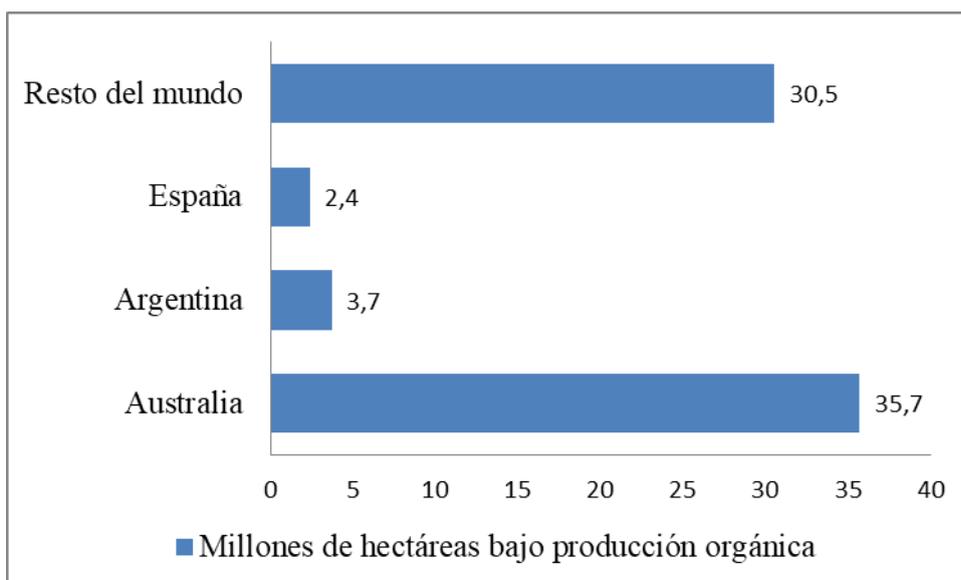


Figura 2. Millones de hectáreas destinadas a producción orgánica por país. Elaborado a partir de IFOAM Annual report. Año 2020.

Australia es el país con el área agrícola orgánica más grande (35,7 millones de hectáreas, con un 97% de esa superficie utilizada como pastos), seguido por Argentina (3,7 millones de hectáreas) y España (2,4 millones de hectáreas). Los países con la mayor proporción de tierra agrícola orgánica de sus tierras de cultivo totales son Liechtenstein (41%), Austria (26,1%) y Santo Tomé y Príncipe (24,9%). En once países más, el 10% de toda la tierra agrícola es orgánica.

En la Argentina, la superficie bajo seguimiento orgánico alcanzó durante el año 2020 los 4,46 millones de hectáreas, siendo el área más significativa la dedicada a la producción ganadera con 4,2 millones de hectáreas, y más de 232 mil hectáreas destinadas a la producción vegetal.

El principal grupo de cultivos agrícolas certificados en 2020 en Argentina fueron los cereales y oleaginosas (44%), luego cultivos industriales (39%), las frutas (9%) y las hortalizas y legumbres (6%). Especies aromáticas y medicinales certificadas como orgánicas sólo se registraron de manera incipiente en las provincias de Chubut y San Luis. (SENASA, 2021)



Figura 3. Área bajo producción orgánica República Argentina. Elaborado a partir de SENASA, 2020.

Tabla 1. Estadísticas de producción orgánica República Argentina. Elaborado a partir de SENASA. Año 2020.

Argentina	
Área bajo producción orgánica (has)	4.468.504
% del total del área agrícola del país	2,92
Número de productores certificados	1343

1.2. Enmiendas en la agricultura orgánica: el problema de la fertilidad

La reposición de nutrientes a los suelos comenzó cuando los agricultores se dieron cuenta de que los cultivos dejaban de producir rendimientos potenciales al sembrarlos continuamente, y que al incorporarle estiércol o residuos vegetales se restauraba la fertilidad. En Asia, desde tiempos remotos (6.000 años a.C), se utilizaban no sólo abonos orgánicos, sino que se hacía un manejo integrado de los recursos mediante el reciclaje de los desechos agrícolas, propiciando la conservación del agroecosistema. En Egipto (2.000-2.500 años a.C), las inundaciones periódicas de las riberas del Nilo depositaban grandes cantidades de Materia Orgánica (MO), lo que permitía mantener la fertilidad de estos suelos. En tanto, los griegos (1.000 años a.C) conocieron y manejaron diferentes tipos de abonos orgánicos: estiércoles, abonos verdes y aguas negras (Trinidad, 1987).

Durante el transcurso de la segunda mitad del siglo XX se logra dar una visión holística

de los problemas medioambientales y es ahí cuando los residuos surgen como un asunto de consideración. La gestión de los residuos para su utilización como combustible o fertilizante son prácticas de reciclaje comunes y constituyen una alternativa apropiada. La MO constituye la principal fuente de carbono (C) y nitrógeno (N) en los ecosistemas terrestres y de su conservación depende la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Para conservarla es necesario dirigir el proceso de transformación de los residuos hacia la formación de sustancias húmicas estables y con ello disminuir la emisión de gases a la atmósfera contribuyendo a atenuar el efecto invernadero y elevar la productividad de los ecosistemas terrestres (Gros y Domínguez, 1986).

La incorporación de materia orgánica en forma de enmiendas constituye una práctica imprescindible para el productor ecológico. De esta manera, se mejoran las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo, lográndose un incremento en el contenido y diversidad de microorganismos y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Además, se aumenta la capacidad de retención de agua, la conductividad hidráulica, la densidad aparente, disminuye el grado de compactación y se eleva la resistencia a la erosión hídrica y eólica (Gros y Domínguez, 1986).

La fertilización orgánica de un cultivo consiste en la aportación al suelo de diferentes materiales orgánicos, que pueden encontrarse descompuestos o con cierto grado de descomposición. Este mecanismo contribuye a la formación de un complejo arcilloso-húmico, con un mejoramiento de la capacidad de intercambio iónico, una elevación poblacional de la microflora y microfauna y un mejoramiento de la porosidad total del suelo. Con el aporte de materia orgánica se generan compuestos humificados, que contribuyen a mejorar y conservar las propiedades físicas, químicas y biológicas. Asimismo, se mineralizan los elementos minerales esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Gros y Domínguez, 1986).

Los abonos orgánicos están formados por productos de origen vegetal, animal o mixto, que se agregan al suelo para proveer nutrientes a las plantas, directamente o después de la mineralización. Los fertilizantes orgánicos incluyen las enmiendas y los abonos orgánicos.

La nutrición orgánica de cultivos agrícolas presenta una amplia gama de posibilidades, pero no todos se adaptan correctamente a su aplicación, disposición y funcionalidad en campo. Tal como señala Hirzel *et al.* (2011) se debe tener en cuenta el aporte nutricional de la materia orgánica a aplicar, su tasa de mineralización y los requerimientos del cultivo en cuestión, para poder establecer la factibilidad del manejo

orgánico de la nutrición.

Tabla 2. Rango de macronutrientes encontrado en varias fuentes de materia orgánica (Gallardo, 2013).

Fuentes	N	P	K	Ca	Mg
Compost	1,44%	0,69%	1,57%	4,72%	0,45%
Lombricompost	2,90%	0,57%	0,14%	1,72%	0,38%
Gallinaza	3,96%	3,00%	1,00%	3,30%	1,78%
Estiércol de corral seco	2,00%	0,65%	1,80%	2,85%	1,32%
Bocashi	0,90%	2,00%	1,00%		

Hay una gran disponibilidad de enmiendas en el mercado, entre las que se encuentran: enmiendas húmicas sólidas, compost, vermicompost, resaca de río y turbas ácidas y no ácidas (Gros y Domínguez, 1986). Según la legislación vigente en la República Argentina, reglamentada por SENASA (Resolución 374/2016), se permiten en la producción orgánica los siguientes productos destinados a la nutrición de los cultivos:

- Algas y productos derivados.
- Aserrín.
- Cortezas vegetales y residuos de madera.
- Compost de: residuos vegetales, provenientes del cultivo de hongos, de lombriz, de desechos domésticos orgánicos.
- Estiércol de granja y gallinaza, líquido u orinas, compostados.
- Harina de hueso y harina de sangre.
- Paja.
- Productos animales transformados procedentes de mataderos y de la industria del pescado.
- Subproductos orgánicos de productos alimenticios y de la industria textil.
- Turba.
- Abonos foliares de origen natural.
- Inoculantes naturales.
- Conchillas.
- Azufre.
- Oligoelementos (boros, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc), (necesidad reconocida por la Empresa Certificadora).
- Sulfato de magnesio (sal de Epsom).
- Sulfato de potasio de origen mineral.

- Arcilla (bentonita, perlita, vermiculita, etc.).
- Caliza.
- Creta.
- Escorias Thomas, controlando su contenido en metales pesados.
- Mineral de potasio triturado.
- Polvo de roca.
- Roca de fosfato de aluminio calcinada y roca fosfatada natural (hiperfosfato).
- Roca de magnesio calcárea (dolomita).

Compostaje de residuos domiciliarios

En Argentina la tasa de urbanización supera el 90%; casi la mitad de la población se distribuye en los cinco conglomerados más grandes, y en los 30 municipios más poblados habita casi el 40% de la población. Sin embargo, existen 2.239 gobiernos locales, y dado que cada provincia fija su régimen, hay una amplia variedad de categorías tales como municipios de primera categoría, de segunda, de tercera, comisiones de fomento, comunas, comunas rurales, comisionados, comisión municipal, etc.

En nuestro país se generan todos los años cerca de 15 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU). Entre el 40-60% del peso total de la bolsa de basura que generamos en casa es “orgánico” (también conocido como bio-residuo); el triple de “papel y cartón” o de envases y embalajes “plásticos”. Aunque hoy prácticamente la totalidad de los residuos orgánicos se deposita en vertederos, convertirlos en abono reduciría significativamente el volumen de basura enviada a los vertederos.

Definido a través de la ENGIRSU del Ministerio de Ambiente y Salud de la Nación (2005) es de incumbencia de los gobiernos locales el manejo de los RSU. Estos tienen la responsabilidad directa de planificar e implementar la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) en sus jurisdicciones.

La opción de aplicar los tratamientos biológicos a la fracción orgánica de los residuos municipales presenta una serie de ventajas frente a otras alternativas de tratamiento o respecto a otros posibles destinos, pero es necesario comprobar si la gestión actual

confirma realmente esta afirmación, y también analizar la eficiencia alcanzada por los diferentes tipos de recogida.

Una forma más compleja de compostar residuos orgánicos es a través del vermicompostaje. En esta técnica intervienen lombrices especializadas que ingieren los residuos y después de pasar por su tracto digestivo son excretados en forma de turrículos o “cast”, los que se caracterizan por presentar alta carga microbiana. A la masa total de excreciones se le conoce como lombricompostado (Ferruzi, 1987). Según Capistrán *et al.* (2001) una de las especies de lombrices más difundidas para el vermicompostaje es *Eisenia andrei*, ya que manifiesta alta eficiencia para transformar residuos. La utilización de estiércoles en el vermicompostaje es variable. Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato (2002) argumentaron que cuando se utilizan estiércoles, el pH se eleva por arriba de 9, lo que ocasiona la muerte de las lombrices. A pesar de ello, Labrador (1996) aclaró que los estiércoles son materiales muy heterogéneos debido a que hay influencia del grado de descomposición del material, tipo de ganado del que provienen, así como el manejo que se les da a los animales y al estiércol mismo. Teniendo en cuenta que un material por sí solo puede presentar algunas restricciones químicas, físicas o biológicas; se sugiere que en una pila de vermicompostaje, dos o más residuos sean mezclados; de esta forma se permite que las desventajas que algún residuo pudiera presentar, sea compensada con las ventajas que otro residuo tenga. Así, por ejemplo, los desechos de jardín o de cosechas, tales como hojas secas, arbustos o cáscaras, los cuales se caracterizan por presentar factores desfavorables como altas relaciones C/N, pueden enriquecerse con otros materiales cuyo contenido nutrimental, agua y relación C/N sean más favorables, por ejemplo, estiércoles y orines (Castillo, 1999).

1.3. El cultivo de plantas aromáticas y medicinales

El origen del empleo de este tipo de plantas, así como sus esencias y extractos, es tan antiguo como la agricultura. Su uso comenzó con una recolección indiferenciada de plantas, recolección selectiva de algunas, domesticación de las más útiles y su cultivo.

El uso medicinal de las plantas data de miles de años atrás. El primer documento conocido es una tabla de arcilla sumeria de 4.000 años de antigüedad que recogía los remedios para diversas enfermedades. Así mismo, los papiros egipcios como el de Ebers describen cientos de remedios. Por otro lado, en la cultura china, el legendario médico chino Li-Shi-Chang, reunió en el Pen Tsao unas 365 hierbas catalogadas como magníficas, medianas o inferiores. Entre las magníficas se encontraba el arbusto ma-huang (*Ephedra vulgaris*) recomendado para tratar las enfermedades pulmonares. En la India, la medicina herbal está descrita desde hace varios miles de años en los Rig – Veda, la colección de versos sagrados hindúes.

La medicina occidental se remonta a los tiempos de Hipócrates, médico griego que creía que las enfermedades tenían causas naturales, y empleó remedios herbales en su tratamiento. Los escritos romanos también influyeron en el desarrollo de esta medicina occidental, especialmente los trabajos de Dioscórides, Galeno y Avicena.

Dioscórides (40 – 90 D. C.) recopiló información de más de 600 especies de plantas de valor medicinal en su obra *De Materia Medica*. El trabajo de Dioscórides fue considerado como la farmacopea en la mayor parte de Europa durante al menos 1.500 años, durante la Edad Media y el Renacimiento. Galeno de Pérgamo (130 – 200 D. C.) fue un médico griego cuyos tratados dominaron la medicina occidental durante más de 1000 años.

Por otro lado, destacan los trabajos de Abu Ibn Sina (980 – 1037 D. C.), llamado Avicena en Europa, fue un médico, científico y filósofo de origen persa, considerado como uno de los más grandes médicos de todos los tiempos.

Durante muchos siglos, medicina y botánica estuvieron estrechamente ligadas, y las plantas fueron un elemento básico de la práctica médica. A partir del siglo XVIII en el mundo occidental se separaron los caminos de la botánica y la medicina, y por esa época el tratamiento médico quedó al alcance de la mayoría de la población, con lo que los viejos remedios a base de hierbas desaparecieron.

Muchos de los remedios empleados tradicionalmente han sido probados científicamente y empleados en la medicina moderna. Por ejemplo, la digitalina (alcaloide obtenido a partir de *Digitalis purpurea*) ha sido empleada para las enfermedades cardíacas.

En el siglo XIX se practican los primeros análisis químicos de esencias y otros principios activos de los vegetales, con la aplicación del microscopio y de las técnicas de la química analítica, naciendo así la farmacoquímica.

En 1850 se desarrolla un movimiento de investigación para conocer la composición de los vegetales y nace la base de la industria farmacéutica, perfumera y condimentaria actual. En esa época se comienzan a purificar los principios activos de las plantas medicinales, por ejemplo, aislando la morfina de la amapola del opio. Los avances en el campo de la farmacología llevaron a la formulación de las primeras drogas totalmente sintéticas basadas en productos naturales.

El ácido salicílico se sintetizó en 1853, y dio lugar al desarrollo de la aspirina. En 1939 se identificó el ácido salicílico como el principio activo presente en plantas con propiedades analgésicas. (Real Farmacopea Española, 2002).

A partir de los años 70 surge en los países más desarrollados, un renovado interés por la investigación, producción y consumo de plantas aromáticas y medicinales, aplicadas a los campos de farmacéutica, alimentación, perfumería y cosmética.

El resurgir de la medicina tradicional, la preocupación por la salud y la calidad de vida ha llevado a la búsqueda de productos alternativos cada vez en mayor uso y de cualidades y propiedades científicamente probadas. En países como Alemania, el consumo de medicinas "naturales" ocupa ya el 25% de las prescripciones médicas. (Arraiza, 2010).

Actualmente, la medicina tradicional está siendo en muchos aspectos complementada por la medicina natural, existiendo una gran demanda de aceites y productos procedentes de las plantas medicinales.

En la actualidad los grandes productores de plantas medicinales son los países del Este de Europa y los de Extremo Oriente. En general, las producciones de estos países, son masivas. En muchos casos la cantidad va en detrimento de la calidad y debido a las

flexibles normas medioambientales, son frecuentes las contaminaciones con sustancias tóxicas. A medida que un país aumenta su status económico y sus exportaciones, aumenta también las exigencias de calidad.

La producción de plantas medicinales de calidad es una buena alternativa para una parte de los pequeños productores de la agricultura tradicional, que ahora encuentra problemas graves de rentabilidad y futuro. El desarrollo de este campo requiere una urgente regulación de la venta, que seguimos esperando debido esencialmente a la pugna de farmacias y herbolarios, en particular por las plantas medicinales más utilizadas (Arraiza, 2010).

Plantas medicinales son aquellos vegetales que contienen, en todas o alguna de sus partes, sustancias llamadas principios activos, que ejercen una acción terapéutica en el organismo.

Constituyen aproximadamente la séptima parte de las especies conocidas, un 14,5 por 100 de éstas. Por ejemplo, la *Valeriana officinalis* tiene propiedades sedantes.

La parte de la planta medicinal empleada con estos fines se conoce como droga vegetal. Es la parte de la planta que se emplea con fines terapéuticos (raíz, hojas, tallos, flores). Por ejemplo, en el caso de la valeriana o el ginseng, la droga es la raíz, mientras que en el caso del regaliz es la corteza.

Por *material vegetal* se entiende tanto la planta como sus gomas, aceites, resinas, extractos etc.

Los *principios activos* son las sustancias responsables de la acción farmacológica. En el ejemplo anterior, los valepotriatos y el ácido valerénico son principios activos de la raíz de valeriana.

Planta oficial es la que por sus propiedades farmacológicas está recogida en la farmacopea o que forma parte de un medicamento preparado conforme a las reglas de aquella.

Planta aromática. Son aquellas plantas medicinales cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente, por esencias o componentes volátiles. Por ejemplo, las lavandas, *Lavandula* sp.

Planta condimentaria o especia es aquella empleada por sus características organolépticas, que comunican a los alimentos y bebidas ciertos aromas, colores y sabores, que los hacen más gratos al olfato, vista y paladar. El orégano, *Origanum* sp, constituye un ejemplo. (Arraiza, 2010).

El origen de la utilización de las esencias y aromas es tan antiguo como la agricultura. Comenzó por una recogida indiferente de plantas, pasando a una recolección selectiva de unas sobre otras, hasta llegar a domesticar las más útiles hasta su extensión a cultivo. Se aprovechan en la industria alimentaria, en el hogar, en medicina y en cosméticos. Los principales sectores industriales que consumen plantas medicinales son, por orden de importancia, mayoristas de herboristería, fabricación de aceites esenciales e industrias extractoras.

La preferencia por los alimentos naturales ha buscado reemplazar a los colorantes y aromas artificiales, favoreciendo así las hierbas aromáticas naturales.

El auge de la cocina de microondas, de los alimentos congelados y las comidas rápidas con nuevos gustos, requiere de más condimentos (Arraiza, 2010).

a. El cultivo del orégano europeo (*Origanum spp.*)

Dentro del rubro “aromáticas”, el orégano es la especie de mayor relevancia en cuanto a superficie cultivada, rendimientos económicos e impacto social en las regiones productoras.

Los volúmenes de producción nacional se caracterizan por tener bajos rendimientos medios (2.000 kg ha⁻¹ año aproximadamente). Estos rendimientos están muy por debajo de los niveles competitivos internacionales y los potenciales de nuestro país (4.000 kg ha⁻¹, en el primer corte). Esto principalmente se debe a los escasos conocimientos existentes sobre ciertos aspectos del cultivo como ser las necesidades nutricionales e hídricas, manejo de malezas y nematodos, cosecha y poscosecha) (Arguello *et al.*, 2012).

El género *Origanum* tiene una gran variabilidad en relación a los ciclos de vida y a las distintas arquitecturas. En general, es una especie tipo arbustiva de porte rastrero o erecto que puede alcanzar hasta un metro de altura. La especie posee una etapa vegetativa, reproductiva y de latencia, donde la planta no posee hojas y permanece en estado de reposo. Luego de este ciclo, se reinicia la etapa vegetativa con la que se recupera la etapa de crecimiento por tres o más años. La implantación del cultivo se realiza con densidades que van entre las 45.000 a 70.000 pl ha⁻¹, según el marco de plantación. Lo más frecuente es la plantación a 0,70 m entre surcos, y 0,20-0,25 m entre plantas. Existen dos posibilidades para la obtención de las plantas para iniciar el cultivo: por división de matas o por enraizamiento de estaquillas. En el primer caso, se parte de una planta bien formada, sana, vigorosa, con las raíces libres de nudosidades (síntoma de presencia de nemátodos). Esta técnica posee la ventaja de que la planta entra rápido en producción. Sin embargo, la cantidad de individuos a lograr dependerá del tamaño de la planta madre. Respecto a la multiplicación por estacas, si bien no se utiliza como método de propagación frecuente, ofrece alternativas interesantes para la obtención de plantas con mejor sanidad y homogeneidad del clon, aptas para multiplicar en condiciones de vivero. La época de realización de estacas es de abril a principio de julio (Arguello *et al.*, 2012).

El orégano es una especie que se adapta a diferentes tipos de suelos, siempre y cuando posean buen drenaje, inclusive, prospera bien en suelos pedregosos. Además, tolera valores de pH alcalinos, no mayores a 8 y resulta favorable una buena disponibilidad de fósforo y nitrógeno. Por lo tanto, es aconsejable la práctica de fertilización a lo largo su

ciclo de producción. Diversos investigadores concluyeron que una dosis de N de 80 kg ha⁻¹ provocó respuestas significativas en el incremento de los rendimientos, siendo innecesarias dosis más elevadas (Arguello *et al.*, 2012).

Por otro lado, Juárez-Rosette (2018) señala para este cultivo, los siguientes requerimientos nutricionales por tonelada de materia fresca: 4.76 kg N, 0.70 kg P y 5.10 kg K.

En nuestro país, la principal zona de producción de orégano es el departamento San Carlos, en la provincia de Mendoza. Otras zonas son: Córdoba, principalmente departamentos San Javier y San Alberto; San Juan en el departamento Calingasta y en menor medida la provincia de Salta en el Valle de Lerma y la provincia de Buenos Aires en los cordones hortícolas del Gran Buenos Aires. Actualmente se comenzó a cultivar en el norte de la Patagonia.

Sin embargo, las condiciones agroecológicas a las que se adapta esta especie permitirían ampliar su área de cultivo en nuestro país. Dentro de las zonas con potencialidad se encuentra el sudoeste bonaerense. Sus suelos de textura gruesa, calcáreos, su régimen pluviométrico, baja humedad relativa y la factibilidad del cultivo bajo riego complementario hacen de esta región una posible área productora.

La producción nacional de orégano cubre aproximadamente la mitad del consumo interno. El autoabastecimiento se dio hasta finales de los años 80. El bache de demanda se cubre con importación que proviene principalmente de Chile y Perú.

En el Mundo, los principales países productores son: Grecia, Turquía, España y Francia (Arizio, *et al.*, 2006).

b. Caracterización de ecotipos

En nuestro país, se mencionan como cultivados, siete entidades taxonómicas del género *Origanum* entre especies, subespecies e híbridos. Estas entidades son muy parecidas entre sí y bastante difíciles de identificar, ya que los caracteres más importantes que se tienen en cuenta son: ancho de la bráctea que acompaña a la flor, longitud y disposición de los pelos del carpostegio, y grado de hendidura del labio inferior del cáliz. El grupo de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (F.C.A.) de la Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) está realizando avances en este tema. Sin embargo, hasta tanto se llegue a una clasificación definitiva, las especies

se identifican por su nombre vulgar.

Los diversos informes sobre las especies, variedades e híbridos cultivados en el país ponen de manifiesto el escaso conocimiento que se tiene sobre el aspecto taxonómico. Diversos autores han designado con distintos nombres a iguales tipos de «orégano». Por ejemplo, Rouquaud y Videla (2000) informaron que «criollo», «mendocino» y «compacto» pertenecen a entidades diferentes: las dos primeras a los híbridos *O. xaplii*, y *O. x majoricum*, respectivamente, y el tercero a *O. vulgare* sp. *virens*. En cambio, para Barreyro *et al.* (2005), "criollo" y "mendocino" son dos ecotipos de un mismo híbrido (*O. x aplii*). En Torres *et al.* (2010), consideraron que el clon "mendocino" correspondió al híbrido *O. x aplii*, el clon "Compacto" a la subespecie *O. vulgare* sp. *vulgare*, y los clones "criollo" y "cordobés" a la subespecie *O. vulgare* sp. *hirtum*. Como puede verse, no existe uniformidad en el tratamiento taxonómico de los "oréganos" cultivados en el país.

En relación a los híbridos, podrían existir cultivos no sólo F1 sino también derivados F2; es posible que algunas variaciones morfológicas quizás estén asociadas a este hecho (Xifreda, 1983).

Las diferentes entidades taxonómicas presentaron distintos comportamientos agronómicos y productivos según lo expresado en varios trabajos previos realizados en zonas productoras de nuestro país, donde se registran diferencias significativas entre ecotipos, variedades monoclonales y otras categorías taxonómicas de esta especie (Arguello *et al.* 2012; Davidenco, 2005; Di Fabio, 2000; Gil *et al.* 2009; Luayza *et al.* 2000; Panonto *et al.* 2011; Xifreda, 1983)

c. Orégano "Don Bastías": el primer orégano argentino

Don Bastías, la primera variedad de orégano inscrita en nuestro país y desarrollada en conjunto entre la Universidad Nacional de Córdoba y el INTA es el resultado de un proyecto de alcance nacional del INTA, que apunta a ser "Base para el Mejoramiento de la Producción y la Calidad el Orégano de Consumo Interno y de Exportación". En ese marco, se iniciaron en 2006 en La Consulta, Mendoza, ensayos comparativos entre los cuatro oréganos más utilizados en cultivo en ese momento. Al mismo tiempo en la Facultad de Cs. Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, se generó una colección de oréganos de distintas partes del país, que fueron sometidos a un proceso de saneamiento *in vitro*. Dos años después, a partir de 12 clones de oréganos derivados de

esa colección, entre los que se encontraban los 4 evaluados en la Red Nacional de Ensayos de Orégano, se obtuvieron las plantas madre y posteriormente los plantines para realizar los ensayos a campo (Bauza, 2012).

De los mencionados ensayos, durante dos años, en los que se evaluaron las mejores 12 líneas monoclonales de orégano, surgió esta variedad. En esas pruebas, los técnicos de INTA y la UN Córdoba analizaron características morfológicas, fenológicas y agronómicas, mientras que se avanzaba con la identificación taxonómica. Así, combinando este conocimiento se tiene que “Don Bastías” es un orégano de tipo compacto, de floración tardía, perteneciente a la especie *Origanum vulgare* sp. *vulgare*. Se diferenció del resto dado que presentó buena tolerancia a condiciones ambientales adversas, como puede ser estrés hídrico, y un rendimiento alto de biomasa fresca y seca. Comparado a otros del mismo tipo, éste produjo 30 % más de biomasa fresca y 24% más de biomasa seca por hectárea. También tiene una alta relación de peso seco de hoja/peso seco de tallos (Bauza, 2012).

Algo igualmente visto como positivo en “Don Bastías” es la ausencia de coloración de antocianinas (violáceas o amarronadas) en tallos, hojas y brácteas. Esto resultó importante porque, trabajada con prácticas de cosecha y postcosecha adecuadas, esta variedad mantiene la coloración verde sin alteraciones, y el orégano a granel se vende por color (Bauza, 2012).

La productividad de la variedad inscrita es buena, supera los 3.000 kg.ha⁻¹, de producto limpio y terminado; pero lo que mayormente destacan por ahora sus creadores, es que posibilita procesos uniformes. Dicho de otra manera, en la actualidad se cultiva por poblaciones (que responden a un tipo, pero no están diferenciadas varietalmente); con esta cultivar monoclonal (multiplicada por esquejes) se logra homogeneizar toda la etapa primaria, llámese plantación, cosecha y producto final y eso conlleva consecuencias económicas positivas (Bauza, 2012).

d. Deshidratado de hierbas aromáticas

El secado o deshidratado se refiere a un proceso en el cual un sólido húmedo es colocado en un ambiente con aire caliente circulando, causando la evaporación del agua (Curioni, 2015).

Es el proceso más antiguo utilizado para la preservación de los alimentos, siendo uno de los métodos más comunes vigentes de mayor importancia en todos los sectores para la

producción de productos sólidos.

La deshidratación como proceso termodinámico involucra transferencia de masa y energía. El entendimiento de estos dos mecanismos en el alimento a secar y el aire o gas de secado, son de vital importancia para modelar el proceso y diseñar el secador (Crapiste y Rotstein, 1997).

Este proceso, el del secado, involucra dos subprocesos que son regulados por diferentes factores:

- Transferencia de humedad interna hacia la superficie del sólido y posterior evaporación. Regulado por la naturaleza del sólido, su propia temperatura y humedad.
- Transferencia de energía del ambiente en forma de calor para la evaporación de la humedad superficial. Regulado por la temperatura y humedad ambiente, pero también por la superficie de contacto, la presión y flujo de aire.

El proceso se da en la práctica como explica la Figura 4, a continuación.

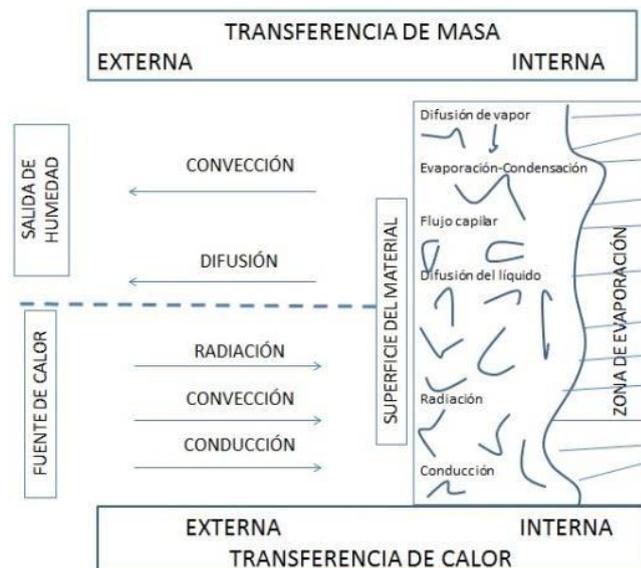


Figura 4. Dinámica de la transferencia de calor y masa en simultáneo esquematizada para el deshidratado de un producto sólido. Adaptado de Curioni, 2015.

El comportamiento del sólido en el proceso de secado es medido como la pérdida de humedad en función del tiempo.

Existen tres etapas en el proceso de secado. A saber:

- Estabilización (A-B): las condiciones de la superficie del sólido se equilibran con la temperatura del aire. La temperatura en la superficie del alimento se

incrementa hasta alcanzar la temperatura del bulbo húmedo del aire.

- Velocidad constante (B-C): Desplazamiento de agua hacia la superficie del sólido. Aquí, la velocidad de transferencia de masa es igual a la velocidad de transferencia de calor y está regida por la velocidad de transmisión del calor a la superficie de evaporación.
- Velocidad decreciente (C-D): aquí la velocidad de secado es función de la velocidad de movimiento interno de la humedad. Es muy baja la influencia de las variables externas.

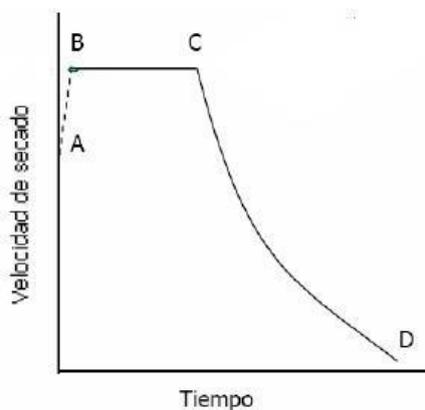


Figura 5. Velocidad de secado en función del tiempo. Adaptado de Curioni, 2015.

Las principales premisas a tener en cuenta para el secado de hierbas están relacionadas con mantener las propiedades y características del material vegetal cuando se encuentra en su estado fresco. A saber: sabor, color, aroma, propiedades nutricionales y biológicas.

Todo esto define la “calidad” del producto deshidratado, que a su vez depende de:

- Momento de corte
- Temperatura ambiente
- Humedad del aire
- Luz
- Fenología del cultivo
- Contaminación.

Si bien todo material vegetal cortado comienza un proceso multifocal de deterioro (consumo de reservas, modificaciones fisicoquímicas, alteraciones microbiológicas, pardeamientos, etc.), el mismo es detenido con el descenso del agua disponible. He aquí

el rol trascendental que juega la rapidez en la que se logre secar el producto, en la calidad final del mismo. Como parámetro estimativo, debemos dejar en un 10% la proporción de agua disponible.

Tabla 3. Valores de referencia para el deshidratado de algunas hierbas de interés aromático y medicinal. Elaborado a partir de European pharmacopea (2011)

Especie	Material vegetal	Humedad %
<i>Althaea officinalis</i> L	Raíces	10
<i>Arnica montana</i> L	Flores	10
<i>Calendula officinalis</i> L	Flores	12
<i>Chamomilla recutita</i> R.	Flores	12
<i>Coriandrum sativum</i> L	Semillas	10
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Semillas	8
<i>Hypericum perforatum</i> L	Planta entera	10
<i>Levisticum officinale</i> Koch	Hojas	12
<i>Malva silvestris</i> L	Hojas	12
<i>Melissa officinalis</i> L	Hojas	10
<i>Mentha x piperita</i> L	Hojas	11
<i>Plantago lanceolata</i> L	Planta entera	10
<i>Valeriana officinalis</i> L	Raíces	12
<i>Verbascum phlomoides</i> L	Planta entera	12

Es justamente la actividad agua (Aw), la herramienta para comprobar la calidad, seguridad y vida útil de los alimentos, junto con la T°, el pH y el O² son los factores que más influyen en la estabilidad.

Indica la fracción del contenido de humedad total de un producto que está libre, disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diversas reacciones químicas que afectan a su estabilidad.

Con la reducción de la cantidad de agua disponible, hasta niveles seguros para almacenamiento, se reducirá la actividad de agua y la velocidad de las reacciones químicas en el producto, así como el desarrollo de microorganismos. El alto contenido en agua en las células y tejidos de las plantas, en torno al 60 a 80%, hacen que el secado tenga una importancia fundamental para evitar la fermentación o degradación de los

principios activos (Christensen & Kaufmann, 1974; Reis *et al.*, 2003).

Tal como se indicó anteriormente, los términos desecado y deshidratado son técnicamente iguales. Secar, desecar o deshidratar vegetales conllevan el mismo principio físico que implica dos fenómenos que son la migración o movimiento del agua hacia la superficie (estado líquido en soluciones diluidas) y la evaporación desde la superficie al ambiente que la rodea (evaporación de una solución concentrada).

Secar es cuando el agua abandona una superficie húmeda (desorción) e hidratar es mojar una superficie más seca (adsorción). Estos términos son fisicoquímicamente distintos y se explican más adelante en el fenómeno de histéresis.

Sin embargo, el Código Alimentario Argentino establece una diferencia en los términos al definir como “desecado” al proceso que ocurre en forma natural y “deshidratado” si es asistido y forzado. Así por ejemplo, un durazno secado al sol corresponde a la primera definición y uno secado en horno correspondería a la segunda. Si se observa el proceso de deshidratado en el tiempo, se obtiene una cinética como la indicada en la figura 6, donde puede observarse que al principio hay una caída muy rápida del contenido de humedad y luego se va desacelerando y haciéndose asintótico. Esto quiere decir que, cuanto más baja es la humedad final, más dificultosa es su extracción del tejido vegetal.

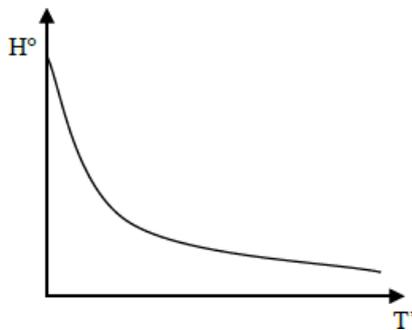


Figura 6. Evolución del contenido de humedad en función del tiempo. Adaptado de Curioni, 2015.

En general, la velocidad de secado se calcula mediante la ecuación:

$$V = \frac{H \text{ inicial} - H \text{ final}}{\text{Area} * \Delta T}$$

En donde:

V = velocidad de secado,

H inicial = peso de muestra + humedad en el instante T0,

H final = peso de muestra + humedad en el instante T1 en que se haga la determinación,

A = área específica de evaporación y

ΔT = intervalo de tiempo deseado.

El secado y oreado de “especias” ha sido tradicional en el centro-oeste del país donde se produce la mayor cantidad de especies condimentantes tales como oréganos, salvia, romeros, cedrón, etc. (Curioni, 2015).

Actualmente está en las políticas nacionales el estudio de los recursos aromáticos y de plantas con principios bioactivos utilizados en la farmacopea, en medicina alternativa y homeopática. En la actualidad, en toda la geografía del país hay especies nativas o cultivadas que tienen propiedades comerciales en los aspectos antes indicados (Curioni, 2015).

Estas plantas se pueden comercializar como material oreado, con 20-30% de humedad, material desecado con 10-20% de humedad y material seco con 6-10% de humedad. Pero hay que tener en cuenta para alcanzar estos porcentajes de humedad que hay principios activos termosensibles y termovolátiles que si se pierden desmejoran la calidad de la materia prima.

Cuando las partes del vegetal a desecar son muy pequeñas, deberán emplearse sistemas que permitan una gran superficie de evaporación dado que el producto debe acondicionarse en capas delgadas para favorecer un secado uniforme. Cuando el material posee una esencia volátil (eucalipto, lavanda, etc.) el proceso usa aire con menor temperatura para evitar pérdida de rendimiento cuantitativo de los principios activos (Real Farmacopea Española, 2002).

Independientemente del método de oreado o incluso secado, las plantas enteras o cortadas, deben disponerse en finas capas de alrededor de 3 cm para flores y de 20 cm para sumidades (brácteas florales) y ramas, entre las cuales circulará libremente el aire.

e. Aceite esencial de orégano

En el complejo agroindustrial derivado del cultivo de las plantas aromáticas, existe una importante especialidad que aborda el estudio y producción de los aceites esenciales. Estos son productos volátiles que confieren a ciertos vegetales un aroma particular. La mayoría son prácticamente incoloros o levemente coloreados (amarillentos), salvo ciertas excepciones como el aceite de manzanilla que posee un color azul intenso. Los aceites esenciales son insolubles en agua, lipófilos y solubles en disolventes orgánicos apolares (éter etílico, hexano, etc.). Tienen alto índice de refracción y actividad óptica,

se oxidan con facilidad y polimerizan dando productos resinosos (Bucciarelli *et al.*, 2014).

Se definen como:

Productos obtenidos a partir de una materia prima vegetal, bien por arrastre con vapor, bien por procedimientos mecánicos a partir del epicarpio de los Citrus, o bien por destilación seca. El aceite esencial se separa posteriormente de la fase acuosa por procedimientos físicos en los dos primeros modos de obtención; puede sufrir tratamientos físicos que no originen cambios significativos en su composición (por ejemplo, redestilación, aireación). Esta definición establece claramente las diferencias que existen entre los aceites esenciales officinales (que se usa en medicina) y otras sustancias aromáticas empleadas en farmacia y perfumería conocidas vulgarmente como esencias. Están ampliamente distribuidos en coníferas (pino, abeto), mirtáceas (eucaliptus), rutáceas (*Citrus spp*), compuestas (manzanilla), si bien las plantas con aceites esenciales se ubican principalmente en las familias de las Labiadas (menta, lavanda, tomillo, espliego, romero) y las umbelíferas (anís, hinojo) (Arraiza, 2010).

Dentro de la planta, pueden estar localizados en las hojas, raíces, corteza, flores, cáscara del fruto o semillas. Los compuestos oxigenados predominan en los órganos aéreos de la planta y diferentes partes de la planta pueden suministrar esencias distintas. La composición de los aceites esenciales es muy compleja, por lo general son mezclas de distintos compuestos que poseen características particulares (Bucciarelli *et al.*, 2014).

Clasificación de los aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden clasificar en base a diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

a. Consistencia

De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en:

- Esencias
- Bálsamos
- Resinas

Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente.

Los bálsamos son extractos naturales obtenidos de un arbusto o un árbol. Se

caracterizan por tener un alto contenido de ácido benzoico y cinámico, así como sus correspondientes ésteres. Son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización, son ejemplos el bálsamo de copaiba, el bálsamo del Perú, Benjuí, bálsamo de Tolú, Estoraque, etc.

Dentro del grupo de las resinas podemos encontrar a su vez una serie de posibles combinaciones o mezclas:

1. Resinas, son productos amorfos sólidos o semisólidos de naturaleza química compleja. Pueden ser de origen fisiológico o fisiopatológico. Por ejemplo, la colofonia, obtenida por separación de la oleorresina trementina. Contiene ácido abiético y derivados.
2. Oleorresinas, son mezclas homogéneas de resinas y aceites esenciales. Por ejemplo, la trementina, obtenida por incisión en los troncos de diversas especies de *Pinus*. Contiene resina (colofonia) y aceite esencial (esencia de trementina) que se separa por destilación por arrastre de vapor. También se utiliza el término oleorresina para nombrar los extractos vegetales obtenidos mediante el uso de solventes, los cuales deben estar virtualmente libres de dichos solventes. Se utilizan extensamente para la sustitución de especias de uso alimenticio y farmacéutico por sus ventajas (estabilidad y uniformidad química y microbiológica, facilidad de incorporar al producto terminado). Éstos tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (oleorresina de pimentón, pimienta negra, clavo, etc.).
3. Gomorresinas, son extractos naturales obtenidos de un árbol o planta. Están compuestos por mezclas de gomas y resinas.

b. Origen. De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como:

- Naturales
- Artificiales
- Sintéticos

Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín, enriquecida con linalol, o la esencia de anís enriquecida con anetol.

Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la

combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.).

c. Naturaleza química

El contenido total en aceites esenciales de una planta es en general bajo (inferior al 1%) pero mediante extracción, se obtiene en una forma muy concentrada que se emplea en los diversos usos industriales. La mayoría de ellos, son mezclas muy complejas de sustancias químicas. La proporción de estas sustancias varía de un aceite a otro, y también durante las estaciones, a lo largo del día, bajo las condiciones de cultivo y genéticamente. El término quimiotipo alude a la variación en la composición del aceite esencial, incluso dentro de la misma especie. Un quimiotipo es una entidad químicamente distinta, que se diferencia en los metabolitos secundarios. Existen pequeñas variaciones (ambientales, geográficas, genéticas, etc.) que producen poco o ningún efecto a nivel morfológico que sin embargo producen grandes cambios a nivel de fenotipo químico. Un caso típico es el del tomillo, *Thymus vulgaris*, que tiene 6 quimiotipos distintos según cuál sea el componente mayoritario de su esencia (timol, carvacrol, linalol, geraniol, tujanol – 4 o terpineol. Cuando esto ocurre, se nombra la planta con el nombre de la especie seguido del componente más característico del quimiotipo, por ejemplo, *Thymus vulgaris* linalol o *Thymus vulgaris* timol. (Arraiza, 2010).

Existen diferentes métodos de extracción de aceites esenciales, cada uno con sus ventajas y desventajas. Sin embargo, uno de los más utilizados por su sencillez, rapidez y menor alteración del material es el de destilación por arrastre con vapor, que puede estar generado en el mismo recipiente o en otro distinto. (Moreno Rojo, 2008).

El principal producto derivado de la hoja de orégano es el aceite esencial, que tiene usos en las industrias licoreras, refresqueras, farmacéuticas y de cosmetología. Al igual que la hoja seca de orégano, los mayores mercados del aceite esencial son Estados Unidos de Norteamérica, Italia y Japón. Éste se vende en un promedio de 170 dólares el litro, dependiendo de la calidad que tenga, determinada por la presencia del carvacrol y timol (Moreno Rojo, 2008).

Los aceites esenciales del orégano, extraídos mediante hidrodestilación, han demostrado

también su toxicidad por inhalación sobre *Acanthoscelides obtectus* Say, *Bruchidae*, *Coleopterae*, una plaga de *Phaseolus vulgaris* L. Estos ensayos abren una puerta a la posible utilización de estos aceites esenciales en formulaciones para el control de esta plaga (Moreno Rojo, 2008).

La extracción del aceite de orégano se logra mediante el sistema de arrastre con vapor y destilación, en un equipo especial compuesto por una caldera o emisor de vapor, un contenedor donde se deposita la materia prima, dos tubos a lo largo que inyectan el vapor proveniente de la caldera, un condensador o intercambiador, donde se condensa la mezcla aceite esencial y agua, pasa a un embudo donde se separan por diferencias de densidades. Una planta con capacidad para 200 kilos de hoja seca de orégano produce 5 litros de aceite esencial; el tiempo empleado en este proceso es de aproximadamente 3 horas, con una mano de obra de 3 personas (Moreno Rojo, 2008).

La planta contiene ácidos fenólicos, cafeico, clorogénico, rosmarínico; flavonoides: derivados del apigenol, del luteolol, del diosmetol; ácido ursólico; sustancias tánicas y elementos minerales.

El aceite esencial, de composición variable según las subespecies y según la zona donde se cultive, está constituido fundamentalmente por carvacrol y timol, fenoles que pueden alcanzar hasta el 90% del total; contiene también pinemo, sesquiterpenos, cimeno, etc. La composición química de los aceites esenciales puede verse afectada por el medio ambiente, la procedencia de la planta y el método de extracción (Combariza, 2005). El valor económico de los mismos y su aplicabilidad industrial están directamente relacionados con su composición química y con la actividad biológica (Stashenko, 2010). El creciente interés por el uso de extractos naturales antioxidantes que puedan sustituir los aditivos sintéticos en los alimentos, resulta una alternativa prometedora para la prevención y tratamiento de enfermedades producidas por compuestos sintéticos (Arcila-Lozano, 2004; Olivero-Verbel, 2010). De hecho muchos autores han reportado propiedades antimicrobianas, antifúngicas, antioxidantes y antiradicalarias de diferentes especias y aceites esenciales y en algunos casos, una aplicación directamente relacionada con los alimentos (Madsen & Bertelsen, 1995).

Por lo general para analizar un aceite esencial se utiliza la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), como técnica de identificación con base en los compuestos mayoritarios (Albado, 2001; Arcila-Lozano, 2004).

f. Características químicas de los aceites esenciales

Los componentes de los aceites se clasifican en terpenoides y no terpenoides.

i. No terpenoides. En este grupo tenemos sustancias alifáticas de cadena corta, sustancias aromáticas, sustancias con azufre y sustancias nitrogenadas. No son tan importantes como los terpenoides en cuanto a sus usos y aplicaciones.

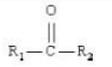
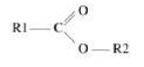
ii. Terpenoides. Son los más importantes en cuanto a propiedades y comercialmente.

Los terpenos derivan de unidades de isopreno (C₅) unidas en cadena. Los terpenos son una clase de sustancia química que se halla en los aceites esenciales, resinas y otras sustancias aromáticas de muchas plantas, como los pinos y muchos cítricos. Principalmente encontramos en los aceites monoterpenos (C₁₀), aunque también son comunes los sesquiterpenos (C₁₅) y los diterpenos (C₂₀). Pueden ser alifáticos, cíclicos o aromáticos.

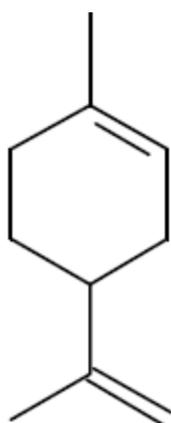
Según los grupos funcionales que tengan pueden ser:

- Alcoholes (mentol, bisabolol) y fenoles (timol, carvacrol)
- Aldehídos (geranial, citral) y cetonas (alcanfor, thuyona)
- Ésteres (acetato de bornilo, acetato de linalilo, salicilato de metilo, compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina).
- Éteres (1,8 – cineol) y peróxidos (ascaridol)
- Hidrocarburos (limoneno, α y β pineno)

Tabla 4. Grupos de compuestos más comunes en aceites esenciales de origen vegetal. Elaboración propia.

Compuesto	Grupo funcional	Ejemplo	Propiedades
Alcohol		Mentol, geraniol	Antimicrobiano, antiséptico, tonificante, espasmolítico
Aldehído		Citral, citronelal	Espasmolítico, sedante, antiviral
Cetona		Alcanfor, tuyaona	Mucolítico, regenerador celular, neurotóxico
Éster		Metil salicilato	Espasmolítico, sedativo, antifúngico
Éteres	-C - O - C -	Cineol, ascaridol	Expectorante, estimulante
Éter fenólico	Anillo - O - C	Safrol, anetol, miristicina	diurético, carminativo, estomacal, expectorante
Fenol		Timol, eugenol, carvacrol	Antimicrobiano Irritante Estimulante inmunológico
Hidrocarburo	Sólo contiene C y H	Pineno, limoneno	Estimulante descongestionante antivirico, antitumoral

a. Hidrocarburos Monoterpénicos



LIMONENO

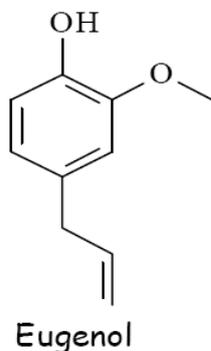
Son los compuestos más abundantes en los aceites esenciales, y precursores de los más complejos, que son los terpenos oxidados. Se denominan terminando en – eno. Por ejemplo el limoneno (en la figura 7) es el precursor de los principales componentes de la esencia de las mentas (*Mentha* spp., F. Lamiaceae), como carvona y mentol. El limoneno se encuentra también en cítricos y en el eneldo, *Anethum graveolens* (F. Apiaceae). También los compuestos α y β - pineno se encuentran muy ampliamente distribuidos en la naturaleza, especialmente en la esencia de trementina, del género *Pinus* (F. Pinaceae).

Figura 7. Limoneno- representación gráfica. Elaboración propia.

b. Alcoholes

Los alcoholes llevan el grupo hidroxilo (- OH) unido al esqueleto C10. Se denominan terminados en (- ol). Son muy apreciados por su aroma. Por ejemplo, el linalol, que tiene dos formas, el R-linalol se encuentra en la rosa y la lavanda y es el componente mayoritario de la *Mentha arvensis*. La forma S-linalol en el aceite de lavanda con un contenido > 5% indica adulteración. El linalol le da el sabor a las hojas de té, el tomillo y el cardamomo. Otro compuesto de este grupo, el mentol, es uno de los responsables del sabor y el olor de la menta, cuya esencia puede tener hasta un 50% de este componente. También el geraniol, del geranio de olor (*Pelargonium* spp), el citronelol de la rosa (*Rosa gallica*), en borneol del romero, y el santalol del sándalo (*Santalum album*, F. Santalaceae).

c. Aldehídos



Los aldehídos son compuestos muy reactivos. Se nombran acabados en (- al). Muchos de ellos, por ejemplo los encontrados en los cítricos, se corresponden con su respectivo alcohol, por ejemplo, geraniol – geranial o citronelol – citronelal. Son abundantes en los cítricos, responsables del olor característico, principalmente los isómeros geranial (α citral) y neral (β citral) juntos conocidos como citral (en la figura 8).

Figura 8. Eugenol- representación gráfica. Elaboración propia.

Este compuesto, además de su aroma característico, tiene propiedades antivirales, antimicrobianas y sedantes. Pero muchos de ellos, incluido el citral, son irritantes para la piel por lo que no se puede hacer uso tópico de ellos. Otro grupo importante son los aldehídos aromáticos, como el benzaldehído, componente principal del aceite de almendras amargas y responsable de su aroma característico.

d. Fenoles

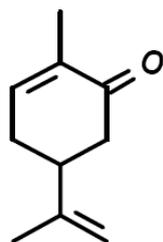
Sólo se encuentran en unas pocas especies pero son muy potentes e irritantes. Los más importantes son el timol y el carvacrol, que se encuentran en los tomillos (g. *Thymus*) y oréganos (g. *Origanum*), ambos de la Fam. Labiatae. Otro fenol muy importante es el eugenol, que se encuentra en muchas especies, por ejemplo en la esencia de clavo. Es un potente bactericida, así como anestésico, y se emplea en odontología.

e. Éteres fenólicos

Son los componentes principales de especias como el apio y el perejil (apiol), anís (anetol), albahaca (metilchavicol) y estragón (estragol). El safrol es un componente muy empleado en perfumería que se encuentra en la corteza del árbol del sassafrás (*Sassafras albidum*, F. Lauraceae)

f. Cetonas

Se producen por la oxidación de alcoholes y son moléculas bastante estables. Terminan en –ona. La carvona está presente en la *Mentha spicata*. La tuyona (aislada por primera vez en la Tuya, *Thuja occidentalis*, F. Cupressaceae) y pulegona son bastante tóxicas y nunca deben usarse en el embarazo. La tuyona se encuentra en plantas como el género *Artemisia* (*Artemisia absinthium*, con la cual se hace el vermouth y la absenta), y en la salvia (*S. officinalis*). La pulegona se aisló por primera vez en el poleo (*Mentha pulegium*). (Figura 9)



carvona

Figura 9. Carvona- representación gráfica. Elaboración propia.

g. Éteres

Los éteres u óxidos monoterpénicos son reactivos e inestables. Un ejemplo es el óxido de bisabolol presente en la manzanilla (*Matricaria chamomilla*). Otro muy común es el 1,8 – cineol (también llamado eucaliptol), que es el componente principal del aceite de eucalipto. Es expectorante y mucolítico y el componente principal de medicamentos para la tos. El aceite de eucalipto varía en aroma según el contenido en 1,8 – cineol. El aceite rico en este componente (*Eucalyptus globulus*, F. Myrtaceae) se emplea más para uso medicinal, mientras que el de contenido más bajo (por ejemplo *E. radiata*) se emplea para aromaterapia.

h. Ésteres

La mayoría de los éteres se forman por reacción de un alcohol terpénico con ácido acético. Su aroma caracteriza a los aceites en los que se encuentran. Por ejemplo, el aceite de lavanda contiene linalol y su éster, acetato de linalilo. La abundancia relativa de estos dos compuestos es un indicador de buena calidad. El salicilato de metilo, derivado del ácido salicílico y metanol, es un compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina que se encuentra en un tipo de brezo (*Gaultheria procumbens*, F. Ericaceae), y se emplea tópicamente en linimentos.

2. Hipótesis

- La aplicación de enmiendas a base de lombricompost de Residuos Sólidos Urbanos y compost de residuos de cebolla y estiércoles permite cubrir las necesidades nutricionales del orégano europeo.
- Los genotipos utilizados se adaptan correctamente a las condiciones agroecológicas de Bahía Blanca.
- Existen diferencias productivas de hojas y flores en los materiales probados en función del genotipo y la enmienda utilizada.
- Hay diferencias en cantidad y calidad de aceites esenciales de acuerdo a la enmienda aplicada y la variedad evaluada.
- La composición del aceite esencial difiere de los obtenidos en otros centros de producción del país.

3. Objetivos

- Evaluar el efecto de las distintas enmiendas sobre la producción de hojas y flores de un cultivo orgánico de dos cultivares de orégano europeo.
- Estudiar la composición y contenido de aceites esenciales en función del genotipo, la enmienda utilizada y las condiciones agroecológicas de producción.
- Probar si existen diferencias productivas entre los ecotipos de orégano europeo.
- Estudiar la adaptación de los cultivares a la región.

4. Materiales y Métodos

4.1. Localización

La experiencia se realizó en el predio experimental de la Cátedra de Horticultura del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, localidad de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina ($38^{\circ}41'42''$ S; $62^{\circ}15'8''$ O), durante el período 2014-2016.



Figura 10. Vista satelital del Predio del Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del sur.



Figura 11. Vista satelital de la parcela.

4.2. Historia del lote

El lote registra varios ciclos previos de ensayos con pasturas perennes, principalmente pasto llorón. Durante el invierno del 2014 se realizaron las tareas de preparación del suelo, con una pasada de rastra de discos, una de rastra de dientes, una de motocultivador y la instalación de riego por goteo.

4.3. Sistema de riego

Está compuesto por una tubería principal de polietileno negro de 1", de la cual se derivan, cada 0,60m las líneas de goteo que se utilizarán para el riego del cultivo. Las líneas constan de una tubería ubicada al centro de cada hilera, con goteros incorporados a 0,30 m, con un caudal nominal de 1,5 l h⁻¹ (polietileno marca Netafim de 900 micrones y goteros tipo pastilla con sistema anti fisión).

El agua de riego proviene del Arroyo Napostá, desde donde es bombeada por medio de una bomba trifásica de 10 HP, con un caudal de 6 a 24 m³ h⁻¹, hacia un tanque tipo australiano de mampostería, de 448 m² de superficie y 540 m³ de capacidad, ubicado en la parte alta del predio, con un desnivel natural de 7 m sobre el nivel de la parcela de ensayo (0,7 kg cm⁻² de presión nominal). Se cuenta con un equipo de bombeo entre el tanque y la parcela con las siguientes características: electrobomba Vulcano autocebante serie 2000 acoplada a un filtro de arena Vulcano VC50 (con carga filtrante compuesta por grava fina, cuarzo, antracita y carbón activado). Continúa con un filtro de malla de 1,5" y con salida a 5 electroválvulas Rainbird 075-DV con entrada de ¾ y salida de 1" de diámetro, con posibilidad de acoplarse también a un sistema de inyección de fertilizante de tipo Venturi. El sistema se opera en forma manual y automática, contando con un programador de riego de seis salidas marca Hidrosel, modelo T9.

4.4. Obtención de plantines

Se ensayaron dos materiales:

- Ecotipo Mendocino (*Origanum vulgare* x *Origanum mejorana*).
- Cv. monoclonal Don Bastías (*Origanum vulgare* sp. *vulgare*)

Los plantines fueron obtenidos en el Vivero Lunta de la localidad de Mendoza y arribaron a destino en bandejas de germinación de 162 alvéolos. Los mismos se

produjeron a través del enraizamiento de estaquillas de plantas madres debidamente identificadas y controladas.

Las bandejas se mantuvieron en invernadero hasta el traslado. Una vez en Bahía Blanca también se conservaron en invernadero por unos días, para luego pasar a una etapa de rusticación de plantín al aire libre protegido, con media sombra por 5 días para, por último, realizar la plantación definitiva.

4.5. Diseño experimental

Se establecieron 3 tratamientos para cada material vegetal dispuestos en 8 bloques. Los mismos correspondieron a los controles absolutos de cada material y en los restantes se realizó la incorporación de enmiendas. Los controles absolutos tuvieron únicamente la aplicación de agua de riego sin ningún tipo de abonamiento adicional. Las enmiendas utilizadas fueron preparadas localmente. Se describen a continuación:

Enmienda 1: Compost producido a partir de residuos de cebolla, estiércol vacuno proveniente de cría a corral (feed lot) y de gallinas ponedoras, originado en la Estación Experimental INTA Hilario Ascasubi.

Enmienda 2: Vermicompost producido a partir de Residuos Sólidos Urbanos en la Ecoplanta perteneciente a la Municipalidad de Bahía Blanca, ubicada en la localidad de General Daniel Cerri.

Testigo: sin aplicación de enmiendas.

La dosis de enmienda que se utilizó fue única y se calculó en función de la caracterización química detallada de las enmiendas, aportando una cantidad equivalente a 80 kg de N ha⁻¹ (Arguello et al., 2012). Dado que el orégano es una especie que extrae altas cantidades de nitrógeno del suelo por la abundante biomasa que se cosecha de ellas y por la frecuencia de las cosechas (Pérez y Pedraza, 2010), y que este es el elemento cuya carencia limita el crecimiento y la productividad de estas plantas (Morales y Suárez, 2009; Vargas, 2009), para la dosificación de las enmiendas empleadas en los diferentes tratamientos se consideró su contenido.

La parcela experimental cuenta con una superficie total de 90 m² (15 metros de largo x 6 m de ancho), en donde se marcaron 10 líneas de 15 m cada una separadas entre sí por una distancia de 60 cm.

El trasplante se realizó en forma manual el día 17 de Octubre de 2014, respetando el marco de plantación (0,60m entre líneas y 0,25m entre plantas).

No se utilizaron agroquímicos en el cultivo del orégano, cumpliendo con uno de los requisitos de la agricultura orgánica.

4.6. Variables ambientales

4.6.1. Registros de temperatura, humedad ambiental y precipitaciones

Durante los ciclos de cultivo, se registraron diariamente las temperaturas máximas, mínimas y medias, humedad relativa (%) y precipitaciones (mm), provistas a partir de datos obtenidos por el Servicio Meteorológico Nacional, Estación Experimental Comandante Espora y facilitados por la Cátedra de Agrometeorología del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. Los datos registrados para cada período se tomaron como base para el análisis de los resultados.

4.7. Muestreo

La serie de muestreos y toma de datos morfológicos, comenzó al momento de la recepción de los plantines del vivero. Los mismos fueron evaluados en los aspectos de altura, biomasa fresca y seca de parte aérea y de raíces respectivamente.

Transcurrido un mes del trasplante y cada 30 días, se continuó con el muestreo de medidas morfométricas, utilizando 3 de las 10 plantas de cada una de las réplicas de cada tratamiento. Los dos bloques del perímetro no fueron utilizados para determinaciones ni muestreo.

Para la variable de rendimiento, se cortó la totalidad de la parcela y luego del deshidratado, todo el material fue destilado para la determinación de aceite esencial.

4.8. Determinaciones

Tabla 5. Detalle de las determinaciones realizadas a lo largo del ensayo.

Determinación	Fechas de muestreo	Metodología utilizada	Criterio utilizado	Estadio fenológico
Altura de plantín	10/10/2014	Medición directa del 10% de los plantines seleccionados al azar.	Longitud del tallo más alto.	Esqueje enraizado
Biomasa aérea fresca de plantín (g)	10/10/2014	Pesaje en fresco del 10% de los plantines seleccionados al azar		Esqueje enraizado
Biomasa aérea seca de plantín (g)	10/10/2014	Deshidratado en estufa a 60°C durante 72 hs y posterior pesaje del 10% de los plantines seleccionados al azar		Esqueje enraizado
Biomasa radicular fresca de plantín (g)	10/10/2014	Lavado con agua corriente y pesaje en fresco del 10% de los plantines seleccionados al azar		Esqueje enraizado
Biomasa radicular seca de plantín (g)	10/10/2014	Deshidratado en estufa a 60°C durante 72 hs y posterior pesaje del 10% de los plantines seleccionados al azar		Esqueje enraizado

Longitud del tallo más alto – Diámetro de la mata – Número de tallos mayores a 5 cm.	17/11/2014 17/12/2014 20/02/2015 20/03/2015 15/10/2015 15/11/2015 15/12/2015 20/02/2016	Medición directa con cinta métrica de 3 de las 10 plantas involucradas en cada réplica de tratamiento.	A partir de trasplante, c/30 días. Una vez efectuada la cosecha, también c/30 días, exceptuando el período Abril-Septiembre (reposo vegetativo)	Crecimiento vegetativo – Pre floración – Floración incipiente – Rebrote.
Rendimiento en peso fresco (g)	27/12/2014 15/03/2015 15/12/2015 20/03/2016	Se cortó con tijera de podar el 100% del ensayo a una altura de 5cm sobre la superficie del suelo y se pesó de inmediato.	Los cortes fueron realizados en los momentos en que los cultivares alcanzaron la plena floración.	Floración.
Rendimiento en peso seco (g)	27/12/2014 15/03/2015 15/12/2015 20/03/2016	Se dispuso en cada corte el material recolectado en bolsas de arpillera plásticas agujereadas para mejorar la circulación de aire y se dispusieron colgadas dentro de un invernadero de polietileno cristal con cobertura de media sombra hasta alcanzar el 14% de humedad.	Monitoreo de la humedad a través del secado en estufa.	

4.9. Otras determinaciones

Previo a la implantación del ensayo se realizaron análisis de suelo de la parcela experimental y del agua de riego a utilizar. En el aspecto edáfico, se determinó clase textural y parámetros químicos como conductividad eléctrica, pH, fósforo extractable y

materia orgánica. El análisis del agua contempló conductividad eléctrica, pH, dureza, relación de absorción de sodio, y cuantificación (mg l^{-1}) de $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , Cl^- , Na, Ca, Mg y S-SO_4 .

Respecto a la biomasa cosechada y deshidratada, el material acondicionado se colocó en bolsas herméticas de polietileno, en un depósito fresco, oscuro y seco hasta el momento de su destilación.

Se procedió a la destilación por arrastre con vapor de agua del material recolectado y se registró el contenido porcentual de aceite esencial en cada material ensayado para poder realizar la caracterización y la estimación de rendimiento de aceite en l ha^{-1} . Esta técnica se basa en la diferente volatilidad de los componentes del material vegetal, lo cual permite la separación de compuestos volátiles de otros que son menos o nada volátiles. Este tipo de destilación facilita la extracción de principios activos volátiles y permite obtener las esencias de las plantas aromáticas, aunque es aplicable solamente a sustancias termoestables. En la destilación por arrastre de vapor de agua el material se coloca dentro del alambique sobre un plato perforado en un recipiente; de esta manera el vapor proveniente de otro recipiente, pasa a través del material arrastrando el aceite. Es un método rápido de destilación, donde el material sufre menos alteraciones. Es importante no desmenuzar mucho las muestras para que no se apelmacen y tampoco que queden en trozos muy grandes, ya que se formarían canales por donde puede pasar el vapor sin arrastrar aceite, es decir, sin producir el efecto deseado (Bucciarelli, *et al.* 2014).



Figura 12. Fotografía del equipamiento utilizado para la destilación de las muestras.

En los aceites obtenidos se determinó el contenido de terpenos fenólicos, especialmente timol, carvacrol, p-cimeno y linalol. Estos análisis se realizaron mediante cromatografía

gaseosa asociada a espectrometría de masas (CG-EM), en el laboratorio de Química Orgánica del Dpto. de Química de la UNS.

El citado proceso se realizó usando un Cromatógrafo gaseoso Agilent Technology 7890B equipado con una columna capilar HP-5 y acoplado a Espectrómetro de Masa 5977^a MSD como detector. El gas carrier será Helio con un caudal de 1 ml min⁻¹. La temperatura inicial de la columna será de 50 °C por 3 minutos, para luego ir incrementando gradualmente hasta 220 °C a razón de 5 C.min⁻¹. Para la detección, se usará un sistema de ionización de electrones con una energía de ionización de 70 eV. Los extractos se diluyeron en un solvente apropiado a una concentración conocida e inyectados en el cromatógrafo con la técnica splitless. Las temperaturas de inyector y detector fueron programadas a 220 y 290 C respectivamente. La identificación de los componentes del aceite se realizó por comparación de los espectros de masas con los almacenados en la base de datos del espectrómetro, por comparación de los tiempos de retención con muestras auténticas y por determinación de los índices de retención. La composición relativa porcentual del aceite se determinó directamente de las áreas de los picos del cromatograma.

4.10. Análisis estadístico

Los datos de rendimiento, altura, diámetro, tallos por planta y contenido porcentual de aceite esencial se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias se efectuó con DMS al 5%. Para el análisis químico de los aceites esenciales obtenidos, se utilizaron herramientas de Análisis Multivariado como Análisis de Componentes Principales (ACP). (InfoStat, 2016).

5. Resultados y discusión

5.1. *Condiciones ambientales para durante el período estudiado*

Detalle del registro de las variables ambientales de interés para ambos ciclos productivos del ensayo a campo.

5.1.1. *Temperatura*

Tabla 6. Registro de temperaturas mensuales para el período estudiado. Cátedra de Agrometeorología – Universidad Nacional del Sur- Base de datos de la Estación Aeronaval Comandante Espora- Servicio Meteorológico Nacional.

Mes	Temperaturas máximas		Temperaturas medias (°C)	Temperaturas mínimas	
	T. máx. media (°C)	T. máx. absoluta (°C)		T. min media (°C)	T. min absoluta (°C)
Septiembre 2014	19,40	25,20	13,03	6,67	-0,6
Octubre 2014	21,17	29,70	15,23	9,27	1
Noviembre 2014	24,94	35,10	17,67	10,42	2,2
Diciembre 2014	30,02	37,10	22,02	14,02	4,5
Enero 2015	29,57	37,80	21,90	14,23	3,7
Febrero 2015	28,24	34,20	21,55	14,85	8,5
Marzo 2015	27,58	34,00	21,02	14,47	4,4
Abril 2015	22,70	30,40	16,40	10,09	3
Mayo 2015	21,19	26,60	16,45	10,46	-1,8
Junio 2015	15,76	21,00	9,47	3,19	-8
Julio 2015	15,08	23,00	8,44	1,77	-7
Agosto 2015	16,76	24,00	11,11	5,42	-1,2
Septiembre 2015	17,92	25,10	10,56	3,17	-5,5
Octubre 2015	18,07	27,00	11,93	5,76	-1,2
Noviembre 2015	26,63	33,20	18,72	10,81	2,6
Diciembre 2015	29,56	38,60	22,26	14,97	4
Enero 2016	30,39	38,40	23,35	16,29	8,9
Febrero 2016	29,75	35,00	22,70	15,62	6,3
Marzo 2016	27,15	33,40	19,48	11,79	3,5
Abril 2016	19,04	25,80	13,88	8,70	-0,5

Las temperaturas registradas durante el período estudiado fueron acordes a los promedios históricos de la región que revelan una temperatura media anual para la

localidad de 15.0 °C, siendo la temperatura media del mes más cálido (enero) de 23.2 °C y la del mes más frío (julio) de 7.5 °C. La temperatura mínima absoluta en el período fue de -8 °C, siendo la mínima absoluta registrada para la localidad -11.8 °C (4 de julio de 1988) y la máxima absoluta de 38.6°C, siendo la máxima absoluta registrada para la localidad 43.8°C (21 de enero de 1980) (Mormeneo, 2003)

En síntesis, con respecto a esta variable climática se caracterizó el período estudiado como lo esperable para la localidad, clasificada según la Clasificación climática de Thornthwaite, dentro del grupo Subhúmedo seco, con nulo o pequeño exceso de agua. Según la Clasificación climática de Köpen, Bahía Blanca quedaría comprendida dentro del tipo climático BS, semiárido (Mormeneo, 2003)

5.1.2. Precipitaciones



Figura 13.a. Registro de variables ambientales. Registro de precipitaciones quincenales y acumuladas para cada ciclo productivo durante el período estudiado. Cátedra de Agrometeorología – Universidad Nacional del Sur- Base de datos de la Estación Aeronaval Comandante Espora- Servicio Meteorológico Nacional.

En cuanto a las precipitaciones, los ciclos productivos difirieron entre sí, presentándose el primero, comprendido entre Septiembre de 2014 y Abril de 2015, sensiblemente por encima del promedio histórico para esos meses (1951-2000), acumulando una precipitación total de 592,5 mm en comparación con el registro histórico que se sitúa en 495,9 mm. Por otra parte, para el segundo ciclo productivo se registraron precipitaciones más cercanas al promedio, con un acumulado de 414,1 mm (Mormeneo, 2003)

Los registros de ambos ciclos productivos para esta variable fueron coincidentes con dos años de precipitaciones por encima de la media a nivel regional. De todos modos, es necesario resaltar que la caracterización climática de la localidad destaca la erraticidad de ésta variable a lo largo del tiempo como la principal de sus características (Mormeneo, 2003)

5.1.3. Humedad relativa

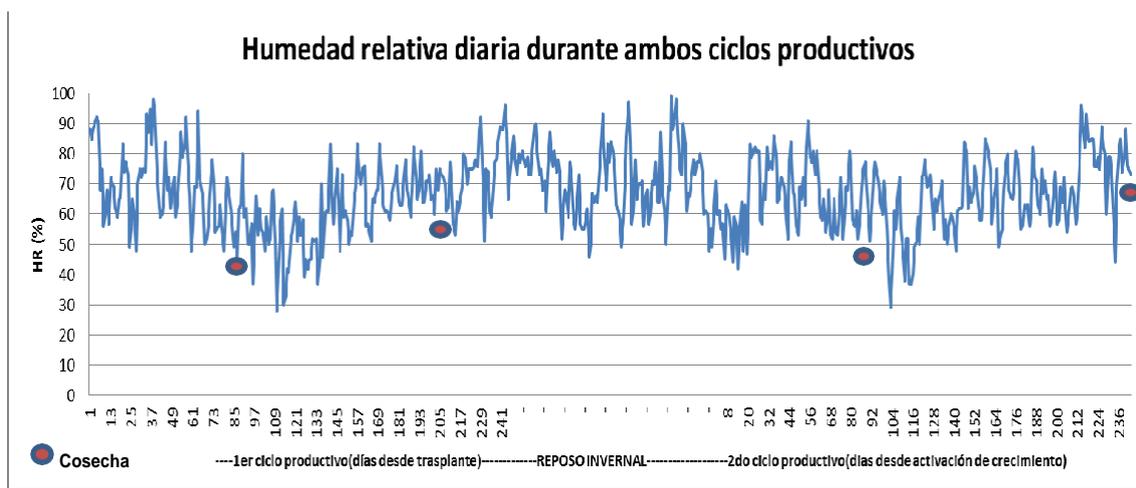


Figura 13.b. Registro de variables ambientales. Registro humedad relativa promedio diaria para el período estudiado. Cátedra de Agrometeorología – Universidad Nacional del Sur- Base de datos de la Estación Aeronaval Comandante Espora- Servicio Meteorológico Nacional. La humedad relativa durante el período estudiado se mantuvo alrededor de los parámetros esperables para la localidad (Paoloni, 2010), con un promedio cercano al 70%, con valores bajos menores al 30% , registrados para las fechas coincidentes con los primeros cortes de cada ciclo productivo del cultivo (relevante para los procesos poscosecha), mientras que para las fechas cercanas al segundo corte (finales de Marzo- principios de Abril), los valores fueron más altos, cercanos al 50%, constituyendo una situación medianamente limitante con respecto a los procesos poscosecha.

5.1.4. Análisis de suelo de la parcela experimental

Tabla 7. Resultados del análisis de suelo inicial del lote donde se implantó la parcela experimental. Laboratorio LANAQUI y LabSPA- CONICET, UNS.

Muestra	Clase textural	Conductividad Eléctrica	pH	Fósforo extractable	Materia Orgánica
		dS m ⁻¹		Ppm	%
Suelo parcela experimental	Arenoso	0.18	7.8	8.0	0.98

El suelo de la parcela donde se implantó el ensayo es un suelo cuyas características químicas y biológicas son similares al promedio de la región (bajo contenido de MO, contenido medio de fósforo, pH algo alcalino y baja salinidad), aunque es necesario destacar las características físicas, ya que presenta un contenido porcentual de arena muy elevado, evidenciando una muy baja capacidad de retención de agua y saliendo de la clase textural media de la localidad (Paoloni, 2010). Se presenta según la Carta de suelos de la Provincia de Buenos Aires como un Haplustol Entico (Panigatti, JL. 2010).

5.1.5. Análisis del agua de riego utilizada en la parcela experimental

Tabla 8. Resultados del análisis de agua de riego utilizada en la parcela experimental. Laboratorio LANAQUI y LabSPA- CONICET, UNS.

Muestra	CE	pH	Dureza	RAS			
	dS m ⁻¹		CaCO ³	Relación de absorción de Sodio			
Agua	1.46	7.9	3.95	14.4			
	CO ³⁼	HCO ³⁻	Cl ⁻	Na	Ca	Mg	S-SO ⁴
	----- mg l ⁻¹ -----						
	Libre	152.5	419.3	295.1	14.6	10.2	59.1

El agua de riego utilizada para la irrigación del ensayo proviene del Arroyo Napostá, cuya naciente se ubica en las sierras de Ventania y desagua en la ría de Bahía Blanca. Es un agua de buena calidad para el riego de cultivos aunque en épocas de sequía y durante el verano los valores de conductividad pueden acercarse a 2 dSm⁻¹. Se ubica en la Clase C3 de aguas para riego, y dado que se aplica a un suelo de drenaje alto a excesivo, los riesgos de salinización son bajos (FCA-UNER, 2016).

5.1.6. Análisis químico de las enmiendas utilizadas en el ensayo

Tabla 9. Caracterización del compost (Laboratorio LANAQUI y LabSPA- CONICET, UNS).

Variable	Unidad	
Ct	g kg ⁻¹	113,6
Nt		10771
N-NO₃⁻	mg kg ⁻¹	1095
N-NH₄⁺		19,4
Ni		1114,1
C/N		10,55
Ni/Nt		0,10
pH		7,4
C.E.	dS m ⁻¹	1,4
P		7258
K		970
Ca	mg kg ⁻¹	333
Mg		560

Tabla 10. Caracterización del lombricompost (Laboratorio LANAQUI y LabSPA-CONICET, UNS).

Variable	Unidad	
Ct	g kg ⁻¹	99,6
Nt	mg kg ⁻¹	9740
C/N		10,2
pH		8,47
C.E.	dS m ⁻¹	1,16
P		9858
K		738
Ca	mg kg ⁻¹	263
Mg		742

Ct: Carbono total. **Nt:** Nitrógeno total. **N-NO₃⁻:** Nitratos. **N-NH₄⁺:** Amonio. **Ni:** Nitrógeno inorgánico. **C/N:** Relación Carbono/Nitrógeno. **Ni/Nt:** Relación Nitrógeno inorgánico/Nitrógeno total. **pH:** Potencial Hidrógeno. **C.E.:** Conductividad eléctrica. **P:** Fósforo. **K:** Potasio. **Ca:** Calcio. **Mg:** Magnesio.

Ambas enmiendas fueron caracterizadas a través del análisis químico previo a su incorporación. Las mismas estuvieron acordes a los parámetros deseados para una enmienda orgánica, destacándose en el compost la baja conductividad eléctrica y el alto contenido de N. Este macronutriente es fundamental para la producción de biomasa en el cultivo de orégano (Barreyro et al. 2011). Para el lombricompost, también cabe señalar su baja C.E y el alto contenido de P. Para ambos, la relación C/N era la correcta para un buen aporte de nutrientes al cultivo. (Bendeck Lugo, 2016)

5.1.7. Fenología del cultivo durante los dos ciclos productivos

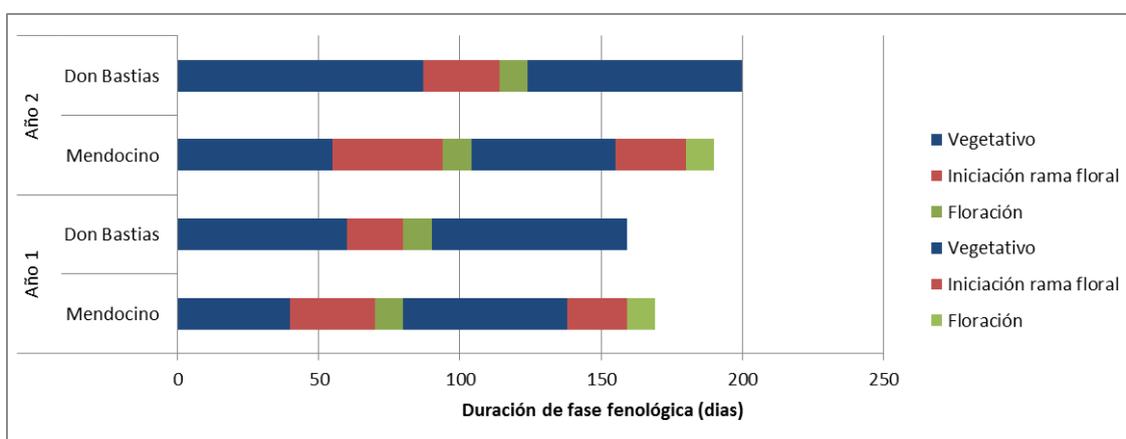


Figura 14. Desarrollo fenológico de los materiales de orégano ensayados durante los primeros dos ciclos de cultivo. Datos obtenidos por observación directa.

El desarrollo fenológico, analizado para ambos materiales, estuvo de acuerdo con lo esperado, debiéndose resaltar, por su influencia a lo largo de los dos años de ensayo, la característica del cultivar monoclonal Don Bastías, que es de floración tardía, y que sólo pasó a etapa reproductiva una vez en cada ciclo (Bauzá, 2012).

A su vez, en cuanto a la duración de las fases fenológicas, la precocidad del ecotipo Mendocino en comparación con Don Bastías también se evidenció. Si bien en cuanto al inicio de crecimiento las observaciones fueron similares para ambos materiales, para la fase reproductiva, el Mendocino tuvo una precocidad de 20 y 32 días respectivamente para el año 1 y 2 en comparación con Don Bastías. Estos datos se condicen con lo observado por Arguello et al. (2012), donde se muestran las diferencias en cuanto a la duración de fases fenológicas entre oréganos del tipo Criollo (como lo es el Mendocino) y Compacto (como lo es Don Batías).

5.2. Efecto de las distintas enmiendas orgánicas sobre el crecimiento del orégano.

5.2.1. Primer ciclo (Octubre 2014-Abril 2015)

5.2.1.1. Primer corte (Diciembre/Enero 2015)

5.2.1.1.1. Altura de las plantas

Los resultados obtenidos oscilaron entre 29,33 y 37,67 cm para ML y DBL respectivamente. En la figura 15 se observan las alturas registradas para cada tratamiento. No se observó interacción entre material y tratamiento ni tampoco diferencias entre la mayor parte de los tratamientos (figura 15.a), mientras que sí se evidenciaron diferencias significativas entre los materiales ($p < 0,05$) (figura 15.b).

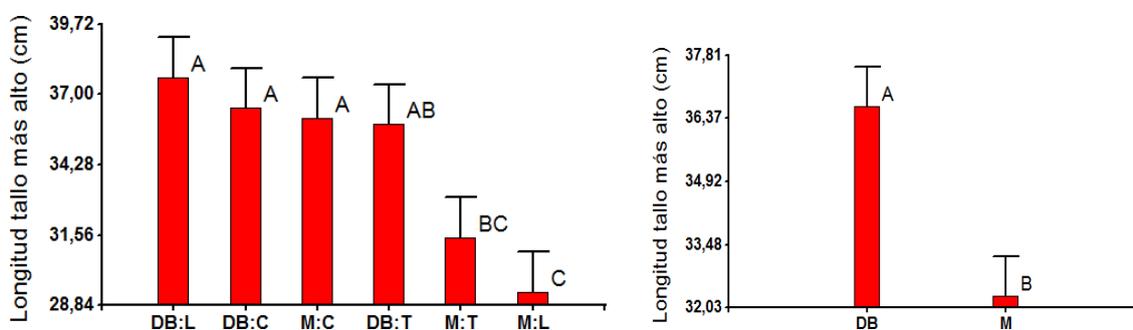


Figura 15.a. Altura de las plantas para los distintos tratamientos expresados en cm de la longitud del tallo más alto.

Figura 15.b. Altura de las plantas para los distintos materiales expresados en cm de la longitud del tallo más alto (media de todos los tratamientos incluido el testigo). Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.1.2. Diámetro de las matas

Los resultados obtenidos oscilaron entre 17,5 y 22,75 cm para ME y DBE respectivamente. En la figura 16 se observan los diámetros registrados para cada tratamiento.

No se observó interacción entre material y tratamiento, mientras que sí se pudo observar diferencias significativas entre los tratamientos MC, MT, ML, y DBC ($p < 0,05$).

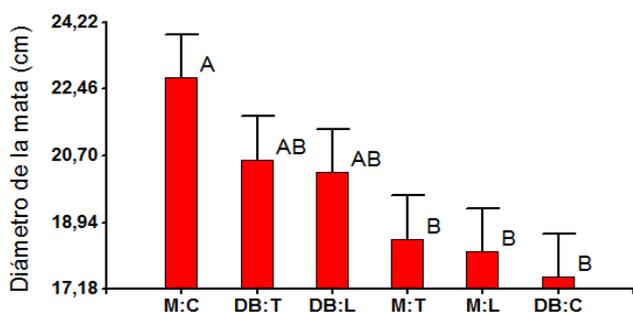


Figura 16. Diámetro de la mata de orégano en función del material y los tratamientos, medido en cm. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.1.3. N° de tallos mayores a 5cm

Los resultados obtenidos oscilaron entre 8 y 11 para DBL y MC respectivamente. En la figura 17 se observan los datos registrados para cada tratamiento. No se observó interacción entre material y tratamiento. Las diferencias significativas fueron observadas entre los tratamientos MC, DBC y DBL. En la comparación entre materiales también observamos diferencias significativas nuevamente ($p < 0,05$).

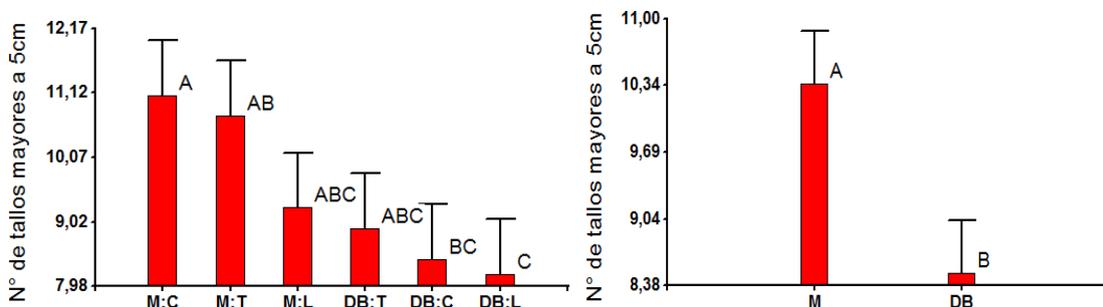


Figura 17. Número de tallos mayores a 5cm medidos en planta al momento del primer corte. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.1.4. Peso fresco parte aérea

Los resultados obtenidos oscilaron entre 22,95 y 43,37g para MT y DBL respectivamente.

En cuanto a este parámetro no se observó interacción entre material y tratamiento. Diferencias significativas se observan entre los tratamientos DBL, DBC y DBT en comparación con ML y MT ($p < 0,05$). Diferencias significativas surgen en la comparación entre los materiales ($p < 0,05$).

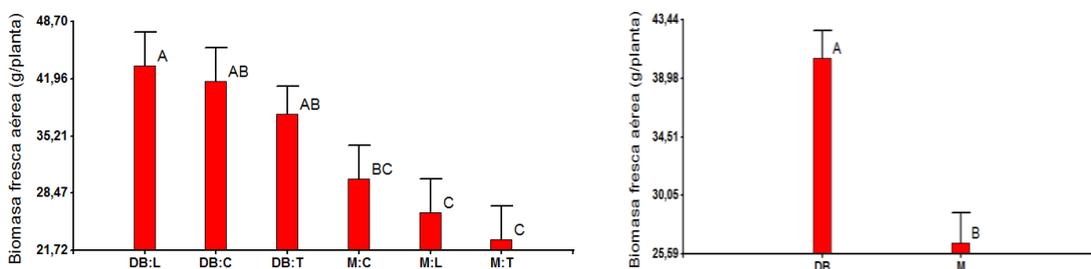


Figura 18. Peso fresco de la parte aérea al momento del primer corte en función de los tratamientos y los materiales expresado en g planta^{-1} . Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.1.5. Peso seco aéreo

Los resultados obtenidos oscilaron entre 8,2 y $16,5 \text{ g planta}^{-1}$ para MT y DBL respectivamente.

El PSA al momento del primer corte, en plena floración, presentó diferencias significativas entre los materiales ($p < 0,05$) pero no se evidenciaron las mismas entre las enmiendas y los testigos.

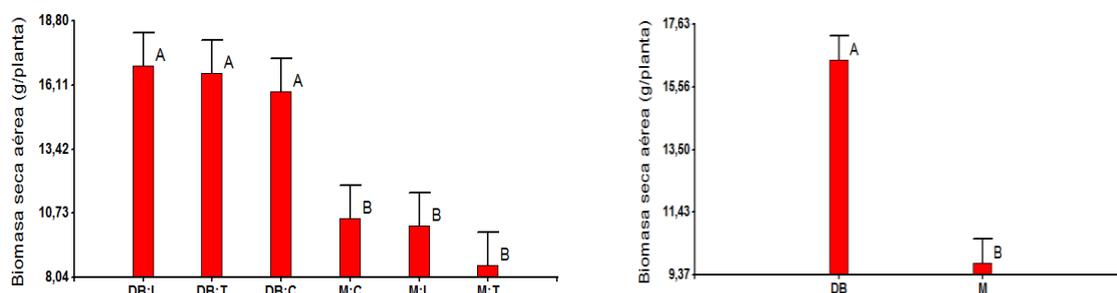


Figura 19. Peso seco de la parte aérea al momento del primer corte en función de los tratamientos y los materiales expresado en g planta^{-1} . Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.1.6. Peso seco aéreo despalillado

Los resultados obtenidos oscilaron entre 460 y 825 kg ha⁻¹ para MT y DBL respectivamente.

El PSD al momento del primer corte, en plena floración, presentó diferencias significativas entre los materiales (p<0,05) y entre algunos tratamientos (DBL, DBT y DBC vs. MT).

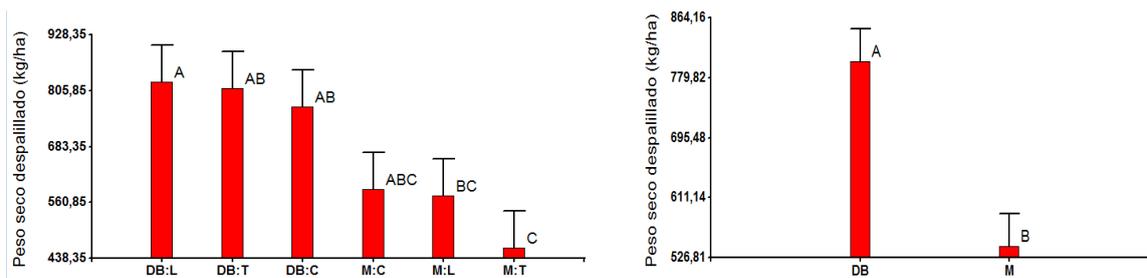
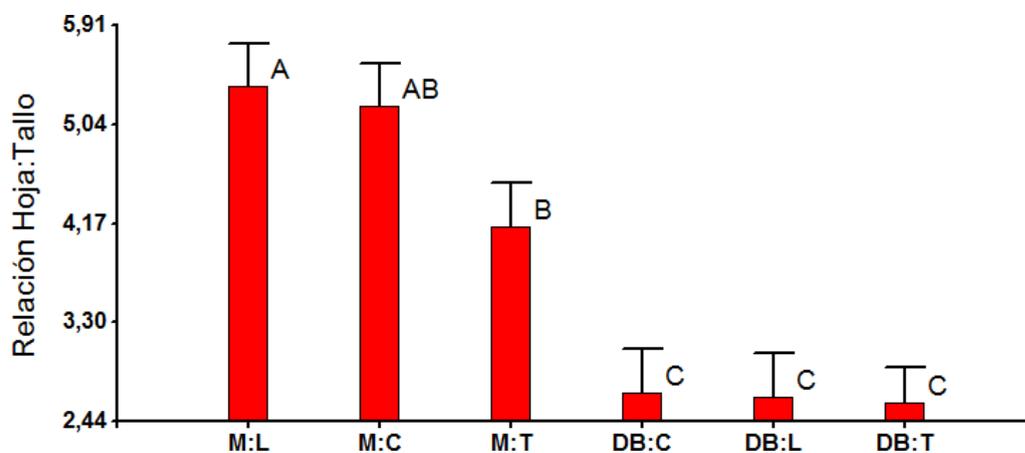


Figura 20. Peso seco despalillado de la parte aérea al momento del primer corte en función de los tratamientos y los materiales expresado en kg ha⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher (p<0,05). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompuesto. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.1.7. Relación Hoja: Tallo

Los resultados obtenidos oscilaron entre 2,60 y 5,37 para DBT y ML respectivamente.

La relación H:T al momento del primer corte, en plena floración, presentó diferencias significativas entre la enmienda Lombricompuesto y el Testigo, como así también entre los materiales y entre los tratamientos ML, MT, DBC, DBL y DBT (p<0,05). No se observó interacción entre material y tratamiento.



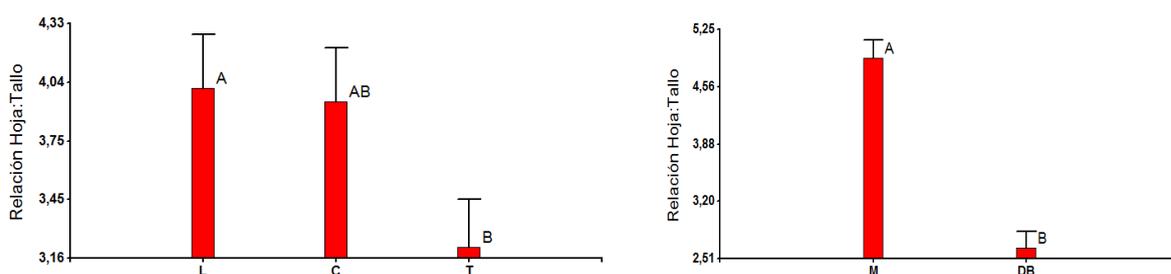


Figura 21. Relación Hoja: Tallo para los distintos tratamientos al momento del primer corte. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.1.8. Aceite esencial

Los resultados obtenidos oscilaron entre 10,23 y 20,15 l ha⁻¹ para MT y DBL respectivamente.

El rendimiento total de aceite esencial al momento del primer corte, en plena floración, presentó diferencias significativas entre las enmiendas y el testigo ($p < 0,05$). No se observó interacción entre material y tratamiento como así tampoco se evidenciaron diferencias significativas entre los materiales.

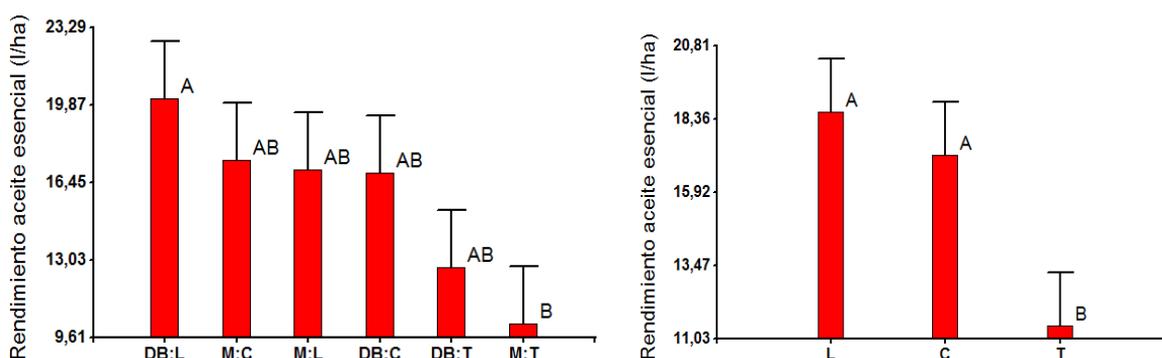


Figura 22. Rendimiento total de aceite esencial al momento del primer corte en función del material y los tratamientos expresado en l ha⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.1.9. Contenido porcentual de aceite esencial

Los resultados obtenidos oscilaron entre 1,36 % y 1,91% (p/p) para DBT y MC respectivamente.

El % de aceite esencial al momento del primer corte, en plena floración, presentó diferencias significativas entre los tratamientos MC y ML vs DBL, DBT y DBC y en la comparación entre los materiales (p<0,05).

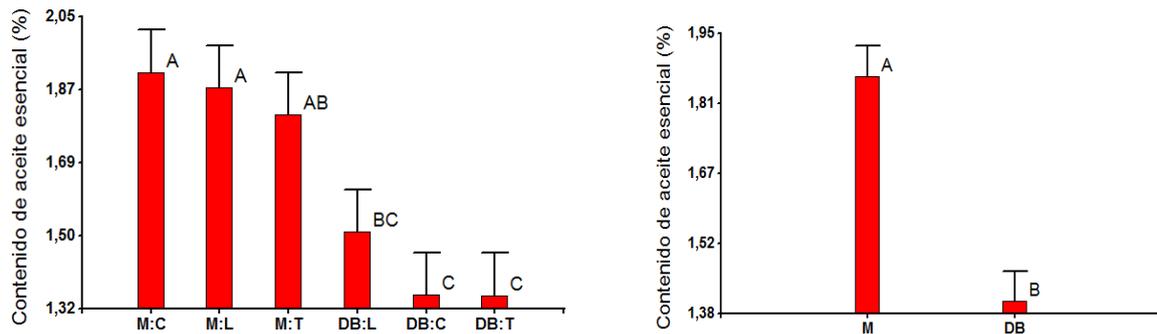


Figura 23. Contenido porcentual de aceite esencial en base materia seca para los tratamientos analizados. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher (p<0,05). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.1.10. RESUMEN PRIMER CORTE

Tabla 11. Resumen de todas las variables registradas al momento del primer corte en el primer año de ensayo.

Tabla 11.1 Comparación de medias entre todos los tratamientos

	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la mata (cm)	N° de tallos mayores a 5cm	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (l ha ⁻¹)	Aceite esencial (%p/p)
MC	36,08a	22,75a	11,08a	30,10bc	10,50b	589,60abc	5,20ab	17,45ab	1,91a
ML	29,33c	18,17b	9,25abc	26,14c	10,20b	576,20bc	5,37a	17,01ab	1,87a
MT	31,46bc	18,50b	10,75ab	22,95c	8,53 b	460,63c	4,14b	10,23b	1,84ab
DBC	36,46a	17,50b	8,42bc	41,60ab	15,84a	771 ab	2,69c	16,86ab	1,36c
DBL	37,67a	20,25ab	8,17c	43,47a	16,92a	825,44a	2,65c	20,15a	1,50bc
DBT	35,83ab	20,58ab	8,92abc	37,77ab	16,59a	810,37ab	2,6 c	12,72ab	1,36c

Tabla 11.2. Comparación de medias entre materiales

	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la mata (cm)	N° de tallos mayores a 5cm	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (%p/p)	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
M	32,29b	19,81a	10,36a	26,40b	9,74 b	542,14b	4,90a	1,83a	14,90a
DB	36,65a	19,44a	8,50 b	40,29a	16,45a	802,27a	2,64b	1,40b	16,58a

Tabla 11.3 Comparación de medias entre las enmiendas

	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la mata (cm)	N° de tallos mayores a 5cm	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Enmienda C	36,27a	20,13a	9,75a	35,85a	13,17a	680,30a	3,94b	17,16a
Enmienda L	33,50a	19,21a	8,71a	34,81a	13,56a	700,82a	4,01a	18,58a
Testigo T	33,65a	19,54a	9,83a	31,84 ^a	12,56a	635,50a	3,21c	11,47b

Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$).

Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.2. Segundo corte (Marzo 2015)

Aclaración: para el segundo corte de ambos ciclos de cultivo, se analizaron resultados morfológicos de ambos materiales mientras que para los resultados productivos, sólo se tomaron en cuenta los valores obtenidos para el ecotipo Mendocino, ya que el cultivar monoclonal Don Bastías tuvo una única floración por lo cual no se le efectuó un segundo corte.

5.2.1.2.1. Altura de las plantas

Los resultados obtenidos oscilaron entre 27,58 y 39,25 cm para DBL y MC respectivamente. En la figura 24 se observan las alturas registradas para cada tratamiento. No se observó interacción entre material y tratamiento. Sí se evidenciaron diferencias significativas entre materiales como así también entre tratamientos MC, ML y MT vs DBC, DBT y DBL, diferenciándose a su vez DBC de los otros dos tratamientos DB. La enmienda Compost se obtuvo mayores valores que Testigo y Lombricompost ($p < 0,05$).

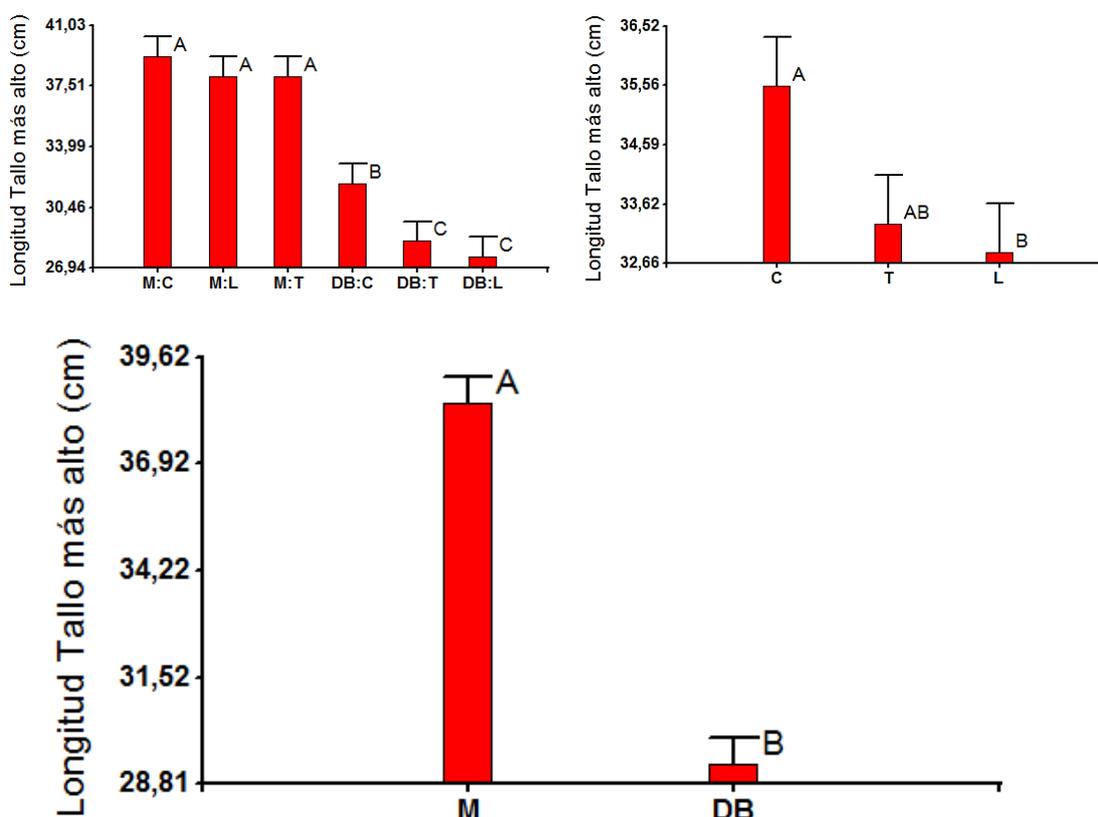


Figura 24. Altura de las plantas para los distintos materiales y los distintos tratamientos expresados en cm de la longitud del tallo más alto. Letras distintas indican medias

estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompuesto. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.2.2. Diámetro de las matas

Los resultados obtenidos oscilaron entre 21,17 y 39,56 cm para MT y DBT respectivamente. En la figura 25 se observan los diámetros registrados para cada tratamiento. No se observó interacción entre material y tratamiento ni tampoco diferencias entre tratamientos para cada material, mientras que sí hay diferencias significativas entre los materiales ($p < 0,05$).

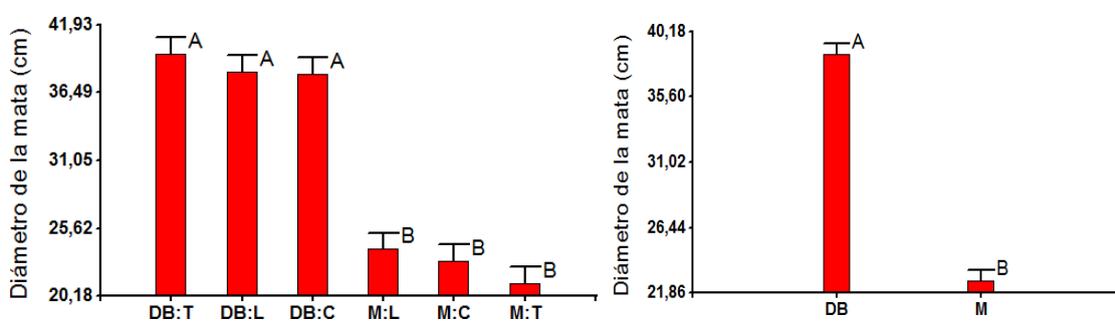


Figura 25. Diámetro de la mata de orégano en función del material y los tratamientos, medido en cm. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompuesto. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.2.3. N° de tallos mayores a 5cm

Los resultados obtenidos oscilaron entre 68 y 17 para DBT y MT respectivamente. En la figura 26 se observan los datos registrados para cada tratamiento. No se observó interacción entre material y tratamiento ni tampoco diferencias entre la mayor parte de los tratamientos, mientras que sí hay diferencias significativas entre los materiales ($p < 0,05$).

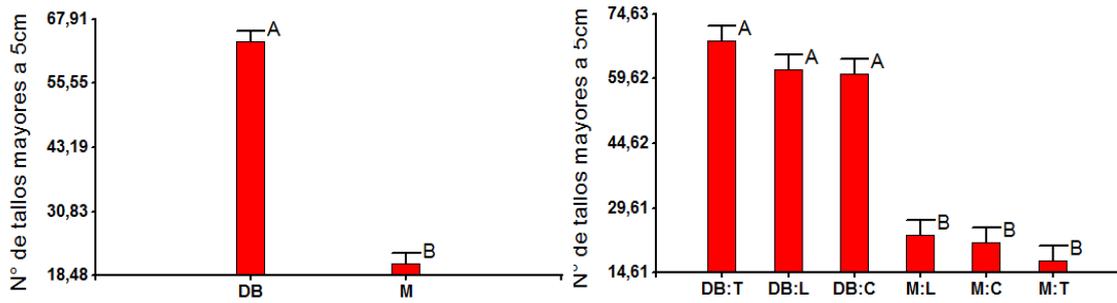


Figura 26. Número de tallos mayores a 5cm medidos en planta al momento del segundo corte. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompuesto. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.2.4. Peso fresco parte aérea

Los resultados obtenidos oscilaron entre 66,40 y 93,94 g planta⁻¹ para MC y MT respectivamente. Las diferencias expresadas fueron significativas entre MC y MT ($p < 0,05$) (Figura 27).

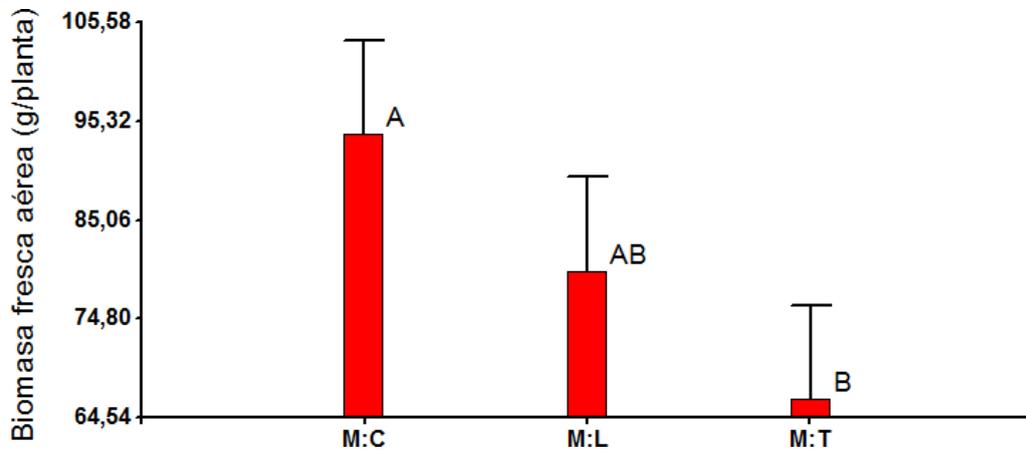


Figura 27. Peso fresco de la parte aérea al momento del segundo corte en función de los tratamientos expresado en g planta⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo.

5.2.1.2.5. Peso seco aéreo

Los resultados obtenidos oscilaron entre 21,50 y 34,35 g planta⁻¹ para MC y MT respectivamente. Las diferencias expresadas fueron significativas entre MC y MT ($p < 0,05$) (Figura 28).

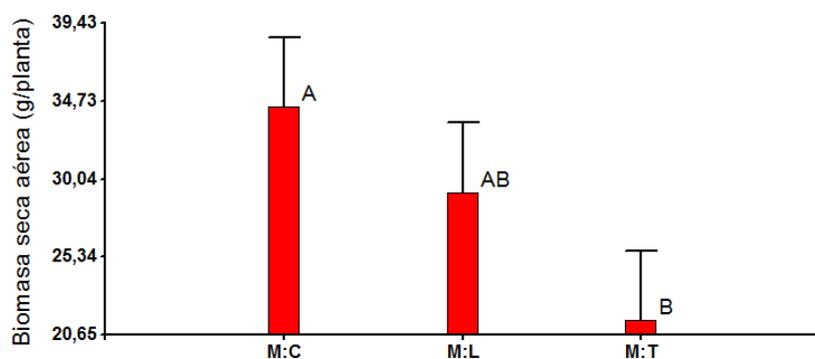


Figura 28. Peso seco de la parte aérea al momento del segundo corte en función de los tratamientos expresado en g planta⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo.

5.2.1.2.6. Peso seco aéreo despallado

Los resultados obtenidos oscilaron entre 1123,76 y 1834,29 kg ha⁻¹ para MT y MC respectivamente. Las diferencias expresadas fueron significativas entre MC y MT ($p < 0,05$) (Figura 29).

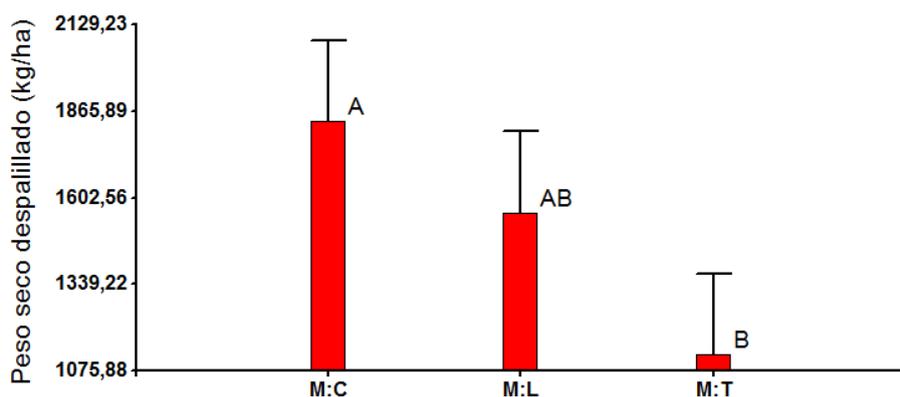


Figura 29. Peso seco despallado de la parte aérea al momento del segundo corte en función de los tratamientos expresado en kg ha⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo.

5.2.1.2.7. Relación Hoja: Tallo

Los resultados obtenidos oscilaron entre 3,55 y 3,90 para ML y MT respectivamente. La relación H: T al momento del segundo corte, en plena floración, no presentó diferencias significativas entre las enmiendas y el testigo, posiblemente por la gran desuniformidad de los datos obtenidos que se manifiestan en el desvío estándar (figura 30). Considerando todos los tratamientos el abono con lombricompost resultó con los mayores valores.

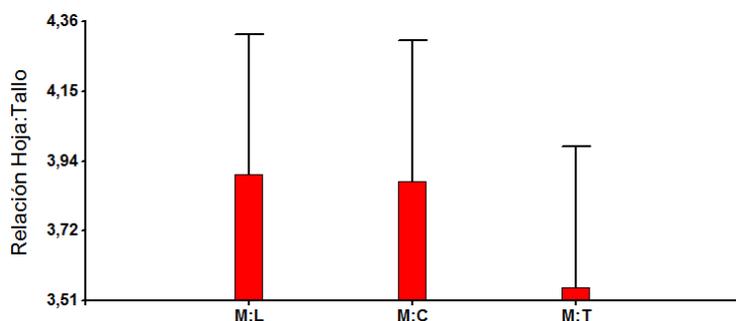


Figura 30. Relación Hoja: Tallo para los distintos tratamientos al momento del segundo corte. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo.

5.2.1.2.8. Aceite esencial

Los resultados obtenidos oscilaron entre 22,79 y 37,31 l ha⁻¹ para MC y MT respectivamente. Ante un escenario de una gran dispersión de valores obtenidos, el rendimiento de aceite esencial al momento del segundo corte, en plena floración, no presentó diferencias significativas entre las enmiendas y el testigo (figura 31). Considerando todos los tratamientos el abono con compost resultó con los mayores valores.

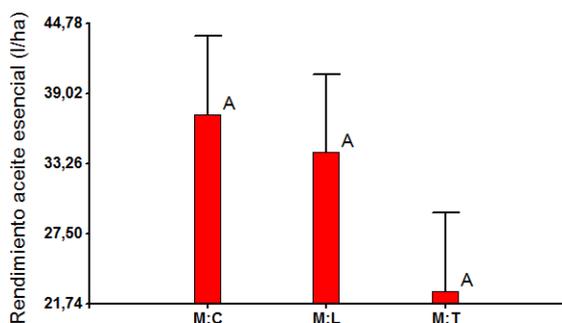


Figura 31. Rendimiento total de aceite esencial al momento del primer corte en función de la variedad y los tratamientos expresado en l ha⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente

diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo.

5.2.1.2.9. Contenido porcentual de aceite esencial

Los resultados obtenidos oscilaron entre 2,05 % y 2,26% (p/p) para MT y ML respectivamente.

El % de aceite esencial al momento del segundo corte, en plena floración, no presentó diferencias significativas entre las enmiendas y el testigo (figura 32). Se destacan valores más altos en ML pero no se evidencian como diferencias significativas dada la gran desuniformidad de datos obtenidos como muestra el desvío estándar. Sólo se evaluó este parámetro para el ecotipo Mendocino ya que Don Bastías no floreció luego del primer corte.

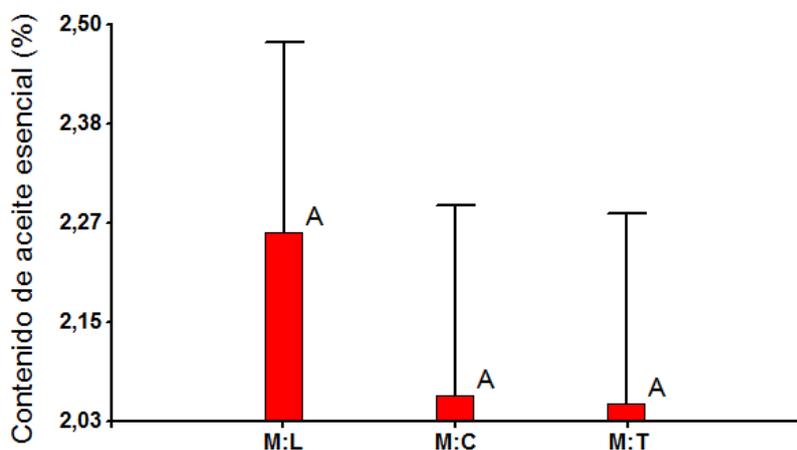


Figura 32. Contenido porcentual de aceite esencial en base materia seca para los tratamientos analizados. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo.

5.2.1.2.10. RESUMEN SEGUNDO CORTE

Tabla 12. Resumen de todas las variables registradas al momento del segundo corte en el primer año de ensayo.

Tabla 12.1 Comparación de medias entre todos los tratamientos

	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la mata (cm)	N°de tallos mayores a 5cm	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (%p/p)	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
MC	39,25a	23,00b	21,50b	93,94a	34,37a	1834,29a	3,88a	2,05a	37,31a
ML	38,08a	23,92b	23,33b	79,71ab	29,20ab	1556,58ab	3,90a	2,25a	34,18a
MT	38,08a	21,17b	17,33b	66,40b	21,50b	1123,76b	3,55a	2,05a	22,79a
DBC	31,83b	38,00a	60,75a	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc
DBL	27,58c	38,17a	61,83a	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc
DBT	28,50c	39,56a	68,50a	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Tabla 12.2. Comparación de medias entre los materiales

	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la mata (cm)	N°de tallos mayores a 5cm	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Mendocino	38,47a	22,69b	20,72b	80,02	28,36	1504,88	3,77	31,42
Don Bastías	29,31b	38,58 ^a	63,69a	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Tabla 12.3. Comparación de medias entre las enmiendas

	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la mata (cm)	N°de tallos mayores a 5cm	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Enmienda C	35,54a	30,50a	41,13a	93,94a	34,37a	1834,29a	3,88a	37,31a
Enmienda L	32,83ab	31,04a	42,58a	79,71ab	29,20ab	1556,58ab	3,90a	34,18a
Testigo T	33,29b	30,36a	42,92a	66,40b	21,50b	1123,76b	3,55a	22,79a

Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$).

Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo. Nc: No cosechado.

5.2.1.3. RESUMEN AÑO 1

Tabla 13. Resumen de las dos variables productivas más importantes relacionadas con la cantidad y calidad de producto final obtenido, registradas en el primer año de ensayo para los distintos materiales y tratamientos.

Tabla 13.1. Comparación de medias entre todos los tratamientos

	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
MC	2423,89a	54,76a
ML	2132,78ab	51,19a
MT	1584,37b	33,02b
DBC	771c	16,86c
DBL	825,44c	20,15c
DBT	810,37c	12,72c

Tabla 13.2. Comparación de medias entre los materiales

	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Mendocino	2047,02a	46,32a
Don Bastías	802,27b	16,58b

Tabla 13.3. Comparación de medias entre las enmiendas

	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Enmienda C	1597,45a	35,81a
Enmienda L	1479,11a	35,67a
Testigo	1197,37a	22,87b

Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$).
Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompuesto. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.1.4. *Discusión*

De acuerdo a los resultados, para el primer año de cultivo, incluyendo ambos cortes, ninguna de las variables morfométricas ni de rendimiento han presentado interacción entre los materiales y los tratamientos (valores de p entre 0,13 y 0,68). Este hecho estadístico señalado como “no interacción” permite avanzar en la comparación de cada uno de los factores de variación por separado (y concluir a partir de las diferencias encontradas entre los materiales y entre los tratamientos) (Saravia Drago, 2018).

En las variables relacionadas con el crecimiento de las plantas, es necesario hacer una diferenciación por cortes en este primer ciclo productivo. Al momento del primer corte, 71 y 86 días después del trasplante para el ecotipo Mendocino y el cultivar monoclonal Don Bastías respectivamente, las variables evaluadas (altura, diámetro de la mata y número de tallos mayores a 5cm) no mostraron diferencias significativas (valores de p entre 0,12 y 0,3) al comparar las medias de todos los tratamientos. Sin embargo, en la comparación entre las medias de los materiales hubo diferencias significativas por la mayor altura alcanzada por las plantas de Don Bastías ($p < 0,05$). La comparación entre las medias de los tratamientos no arrojó resultados distintos significativos estadísticamente. Estas mediciones van en concordancia con lo expresado por Bauzá (2012) en la exposición sobre las características que destacan al cultivar monoclonal Don Bastías, resaltando su vigor de crecimiento y floración tardía. También en el trabajo de Arguello et al. (2012) se señalan diferencias significativas en el umbral fotoperiódico de respuesta e inducción a floración de ecotipos Compactos (Don Bastías) vs Criollos (Mendocino), donde los Compactos se indujeron con fotoperiodo de 15hs o más, mientras que los Criollos lo hicieron con 12hs. A propósito, Arguello et al. (2012) resaltan que los materiales pertenecientes a los oréganos Criollos exhibieron en el estudio realizado, menor duración de estadio vegetativo, por lo cual llegó primero a iniciación de rama floral. Este estadio fenológico involucra la transición de las yemas del estado vegetativo al reproductivo. La anticipación a iniciación de rama floral en el orégano criollo puede deberse a que su umbral fotoperiódico para la inducción floral es menor que en Compacto. Cabe señalar que en la región productora de la provincia de Córdoba, el orégano Criollo florece y es cosechado en dos oportunidades (enero-febrero y abril-mayo), lo cual hace suponer que la inducción floral ocurre con fotoperiodos entre 12 y 15 horas. Por su parte, la subespecie compacto florece una única vez alrededor de diciembre, con 15,2 horas de fotoperiodo.

A la hora de analizar los resultados productivos, expresados en las variables evaluadas (biomasa fresca, biomasa seca, peso seco despalillado, relación hoja: tallo y rendimiento total de aceite esencial) nuevamente encontramos las mayores diferencias en la comparación de medias de los materiales, donde se destacan valores más altos para el cultivar Don Bastías en todas las variables, excepto en la relación hoja: tallo ($p < 0,05$) y en el rendimiento total de aceite esencial (fue mayor pero no estadísticamente significativo, $p = 0,43$). En la comparación de medias de los tratamientos, se puede observar que, si bien no hubo diferencias significativas en la mayoría de las variables (p entre 0,13 y 0,24), el tratamiento Testigo mostró un menor rendimiento total de aceite esencial significativamente diferente. Estos resultados reflejan lo obtenido por Delgado (2010), donde se señala que la aplicación de compost en orégano y tomillo no produjo incrementos en el contenido porcentual de aceites esenciales pero sí en biomasa, por lo que a la hora de analizar el rendimiento total de aceite esencial, fue positiva la aplicación de compost. Estos mismos resultados fueron señalados por Barreyro et al. (2011), donde concluyen con la recomendación técnica de la fertilización nitrogenada pero aclarando que su influencia en la calidad del material cosechado fue nula.

Para el segundo corte el análisis de los resultados no debe soslayar que, bajo la decisión de estudio de realizar las cosechas en estado fenológico de floración, las variables productivas sólo se pudieron medir para el Ecotipo Mendocino ya que Don Bastías se mantuvo en estado vegetativo hasta el reposo invernal después de la cosecha de verano. Nuevamente esto concuerda con lo encontrado por Arguello et al. (2012) para el desarrollo fenológico del ecotipo Compacto.

En cuanto a las variables relacionadas con el crecimiento de las plantas, los mayores valores fueron encontrados, en todos los casos, para el Mendocino. Por otro lado, para la variable diámetro de la mata y número de tallos mayores a 5cm, las diferencias estadísticamente significativas fueron a favor de Don Bastías, mostrando cómo, luego del corte, activó mayor cantidad de yemas en la corona de la planta y el Mendocino, si bien aumentó su diámetro, principalmente elongó los tallos para dar una nueva floración sobre fines del mes de Febrero. Los enunciados citados se pueden ver en la Tabla 12 de comparación de medias entre materiales, donde se observan las diferencias significativas al momento del segundo corte a favor del Mendocino para la altura y a favor de Don Bastías para las otras dos variables morfométricas.

Analizando los resultados productivos, se debe evaluar lo ocurrido en función de la comparación de medias de los tratamientos, ya que no hay datos para uno de los

materiales (Don Bastías). En este caso, ambos tratamientos con enmiendas orgánicas (Compost y Lombricompuesto) aumentaron los rendimientos en biomasa fresca, seca, peso seco despalillado y rendimiento total de aceite esencial, aunque fue la enmienda Compost la que obtuvo valores significativamente diferentes, mostrando como el aporte de nutrientes a través de dichas enmiendas aumentó la producción de biomasa (Economakis et al. 1993; Barreyro et al. 2005; Delgado Páez 2010; Barreyro et al. 2011; Karamanos et al. 2013).

Resumen 1er año de cultivo

Al analizar el primer ciclo productivo globalmente, incluyendo ambos cortes, hay que destacar que en las variables productivas las diferencias significativas estadísticamente estuvieron a favor del material Mendocino. En las variables de crecimiento, lo expresado anteriormente comprende la manifestación de los diferentes hábitos de crecimiento de los materiales (Bollini y Mazzola 2018; Arguello et al. 2012, Suárez et al. 2003).

Comparando las medias de los tratamientos, podemos concluir que la aplicación de ambas enmiendas orgánicas tuvo un efecto positivo para ambos materiales. Esto no se reflejó en las variables morfométricas pero sí lo hizo significativamente en las de rendimiento, elevando la biomasa producida y la cantidad total de aceite esencial obtenido. En este primer año de cultivo el tratamiento con la enmienda Compost fue el que obtuvo mayores valores.

Para el caso del contenido porcentual de aceite, la comparación de medias entre los tratamientos no arrojó diferencias significativas aunque sí entre materiales ($p < 0,05$), en donde el ecotipo Mendocino se destacó con valores cercanos al 2% p/p para el primer corte y hasta 2,5% p/p para el segundo corte. Lo obtenido está dentro de lo esperado para estos materiales según Baglio et al. (2009), donde se señala un promedio de 2% para la red nacional de ensayos de orégano. A su vez, las concentraciones obtenidas estuvieron dentro de lo exigido por el Código Alimentario Argentino (1995) en términos de porcentaje de aceites esenciales. Estas diferencias significativas a favor del ecotipo Mendocino van en concordancia con lo obtenido por Torres et al. (2011), en donde en los diferentes sitios de ensayo siempre los oréganos Compactos mostraron valores menores a los Mendocinos. Por otra parte, difiere de lo encontrado por Gil et al. (2009) en donde no se hallaron diferencias estadísticamente significativas para los contenidos porcentuales de aceite esencial entre criollos y compactos, y los mismos rondaron un

valor de 1,00-1,75% en función del primer y segundo corte. Esto puede deberse a que, como señalan Azizi et al. (2009), tanto la composición como el contenido porcentual del aceite esencial pueden variar considerablemente dependiendo del genotipo, condiciones climáticas y aporte de nutrientes durante el cultivo. De esta manera, ensayos en sitios en donde no hay experiencias previas, como lo es el sudoeste bonaerense, pueden brindar información acerca de respuestas diferentes en estos compuestos secundarios para los distintos genotipos de orégano que se cultivan en Argentina.

5.2.2. Segundo ciclo (Octubre 2015-Abril 2016)

5.2.2.1. Primer corte (Diciembre/Enero 2016)

5.2.2.1.1. Altura de las plantas

Los resultados obtenidos oscilaron entre 23,92 y 47 cm para MT y DBC respectivamente. En la figura 33 se observan las alturas registradas para cada tratamiento. No se observó interacción entre material y tratamiento, mientras que sí hay diferencias significativas entre los tratamientos y entre los materiales, destacándose en la comparación de todos los tratamientos, DBC y DBL por sobre los Mendocinos; en la comparación entre tratamientos, las enmiendas por sobre el testigo; y en la comparación entre materiales, DB por sobre M ($p < 0,05$).

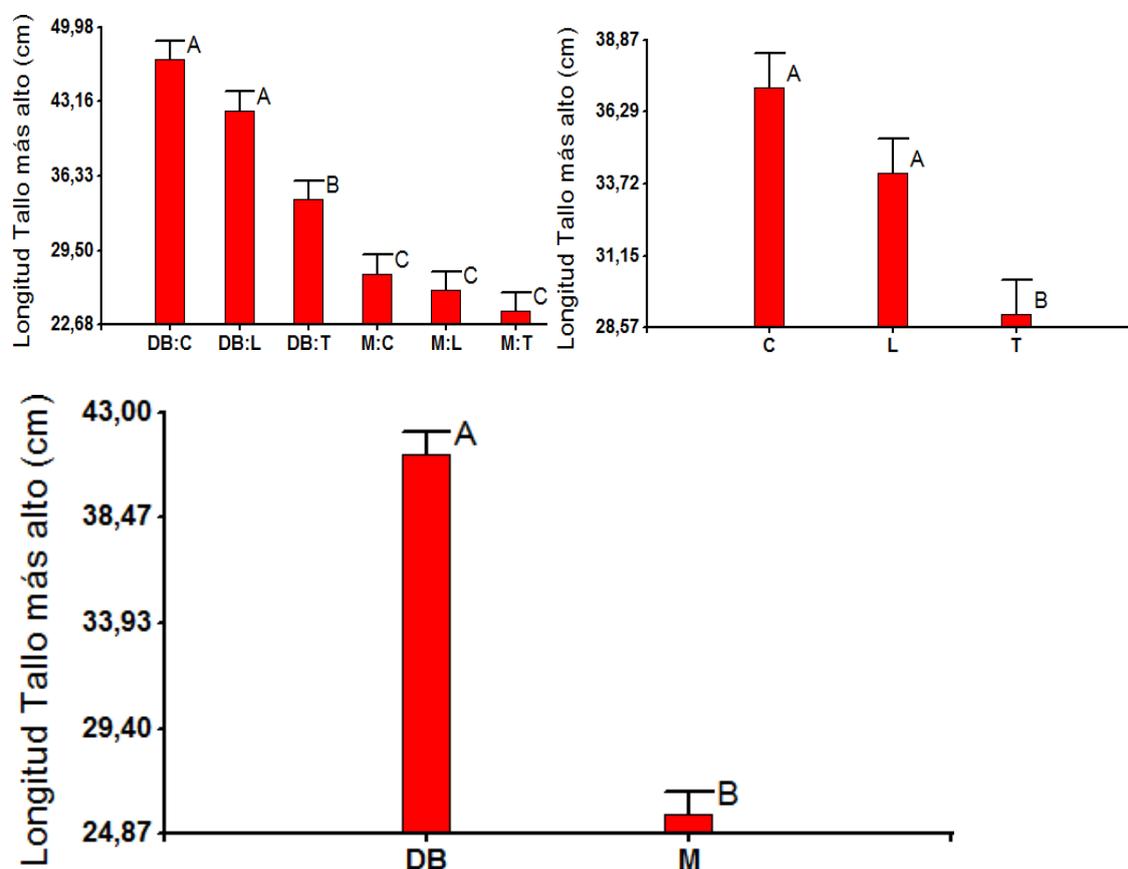


Figura 33. Altura de las plantas para las distintas variedades y los distintos tratamientos expresados en cm de la longitud del tallo más alto. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.1.2. Peso fresco parte aérea

Los resultados obtenidos oscilaron entre 43,48 y 93,91 g planta⁻¹ para MT y DBC respectivamente (figura 34). No se observó interacción entre material y tratamiento. Sí se pueden observar diferencias significativas por un lado, entre DBC y DBL vs el resto de los tratamientos, por otro, entre los materiales, y también entre las enmiendas y el testigo (p<0,05).

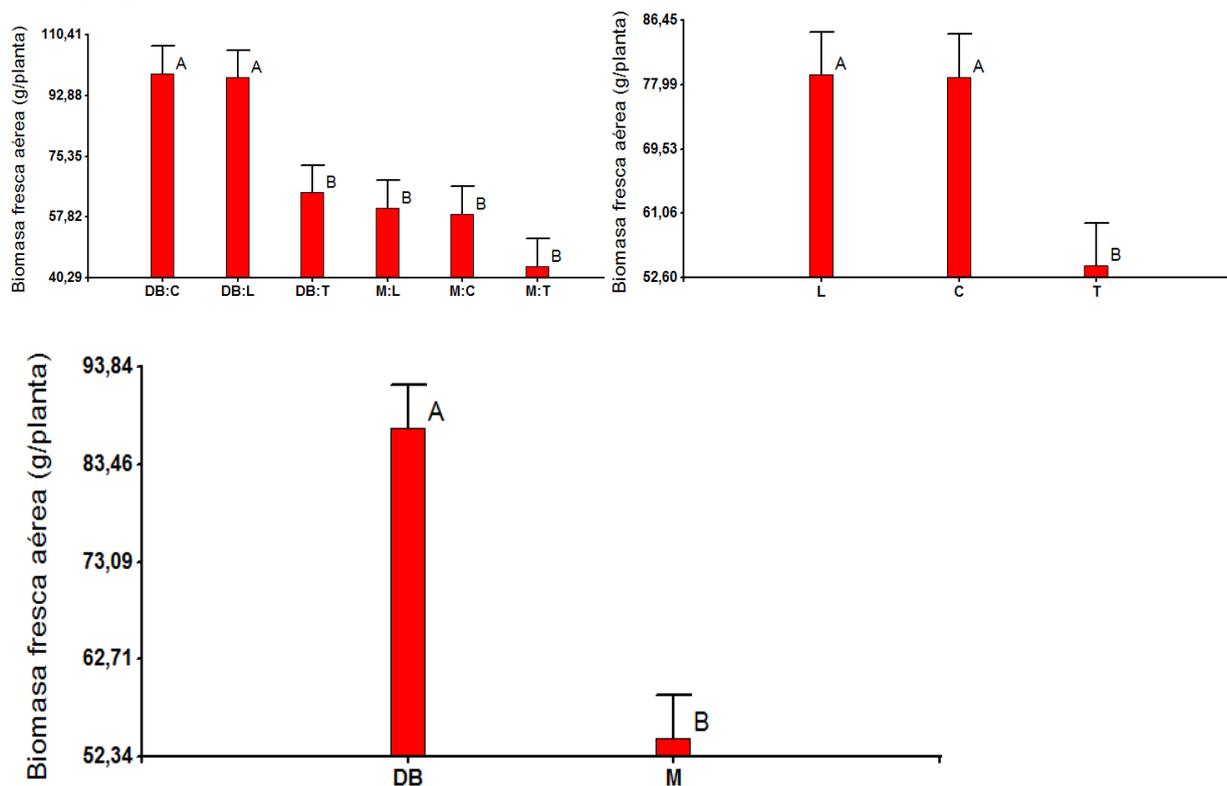


Figura 34. Peso fresco de la parte aérea al momento del primer corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos, expresado en g planta⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher (p<0,05). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.1.3. Peso seco aéreo

Los resultados obtenidos oscilaron entre 13,34 y 33,14 g planta⁻¹ para MT y DBC respectivamente (figura 35).

El PSA al momento del primer corte del segundo ciclo productivo, en plena floración, presentó diferencias significativas entre las enmiendas y el testigo, al igual que entre los materiales. Los tratamientos DBC y DBL se destacaron por sobre el resto presentando valores más altos de rendimiento en este parámetro (p>0,05).

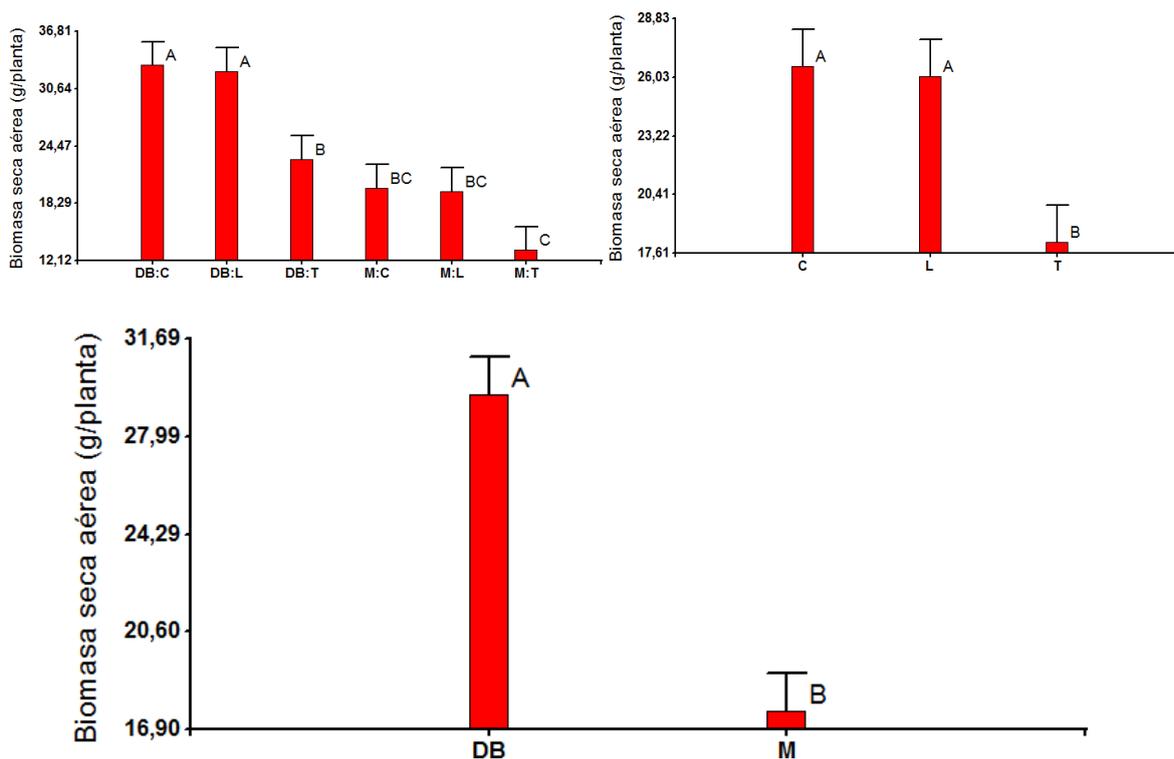


Figura 35. Peso seco de la parte aérea al momento del primer corte del segundo ciclo productivo, en función de los tratamientos, expresado en g planta^{-1} . Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.1.4. Peso seco aéreo despalillado

Los resultados obtenidos oscilaron entre $572,65$ y $1301,48 \text{ kg ha}^{-1}$ para MT y DBL respectivamente (figura 36).

El PSA despalillado al momento del primer corte del segundo ciclo productivo, en plena floración, presentó diferencias significativas entre las enmiendas y el testigo, como así también entre materiales. En la comparación entre todos los tratamientos, DBL se diferenció de DBT y de todos los Mendocinos ($p < 0,05$).

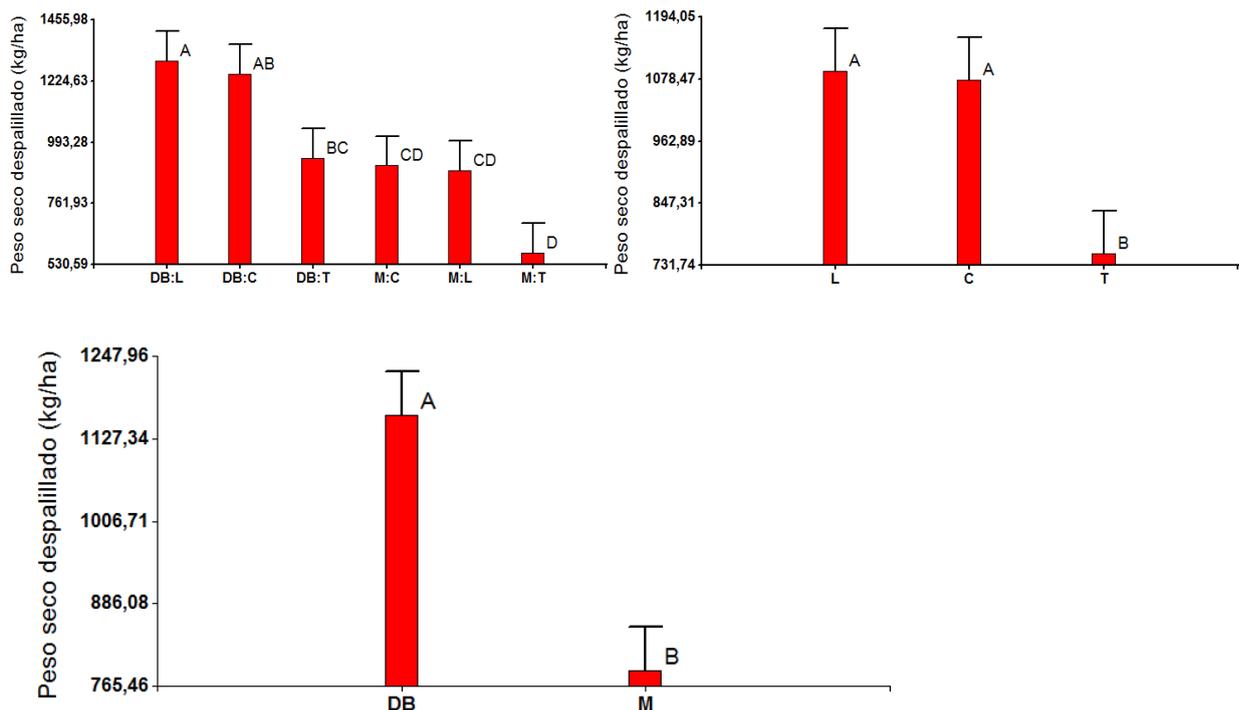


Figura 36. Peso seco despalillado de la parte aérea al momento del primer corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos y los materiales, expresado en kg ha^{-1} . Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.1.5. Relación Hoja: Tallo

Los resultados obtenidos oscilaron entre 1,31 y 2,17 para DBC y MC respectivamente (figura 37). La relación H: T al momento del primer corte del segundo ciclo productivo, en plena floración, no presentó diferencias significativas entre las enmiendas y el testigo ($p > 0,05$) aunque sí entre materiales y en la comparación entre todos los tratamientos, donde MC y ML se diferenciaron de los Don Bastías ($p < 0,05$).

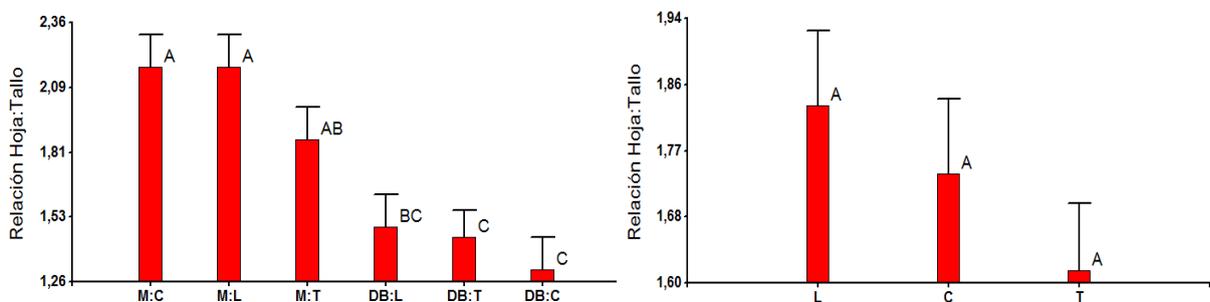


Figura 37. Relación Hoja: Tallo para los distintos tratamientos al momento del primer corte del segundo ciclo productivo. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino

Lombricomposto. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricomposto. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.1.6. Aceite esencial

Los resultados obtenidos oscilaron entre 9,61 y 21,37 l ha⁻¹ para DBT y ML respectivamente (figura 38).

El rendimiento total de aceite esencial al momento del primer corte del segundo ciclo productivo, en plena floración, presentó diferencias significativas entre las enmiendas y el testigo, como así también entre los materiales ($p < 0,05$). El tratamiento que se destacó significativamente en este parámetro fue ML, quien no se diferenció de MC pero sí de todos los otros tratamientos.

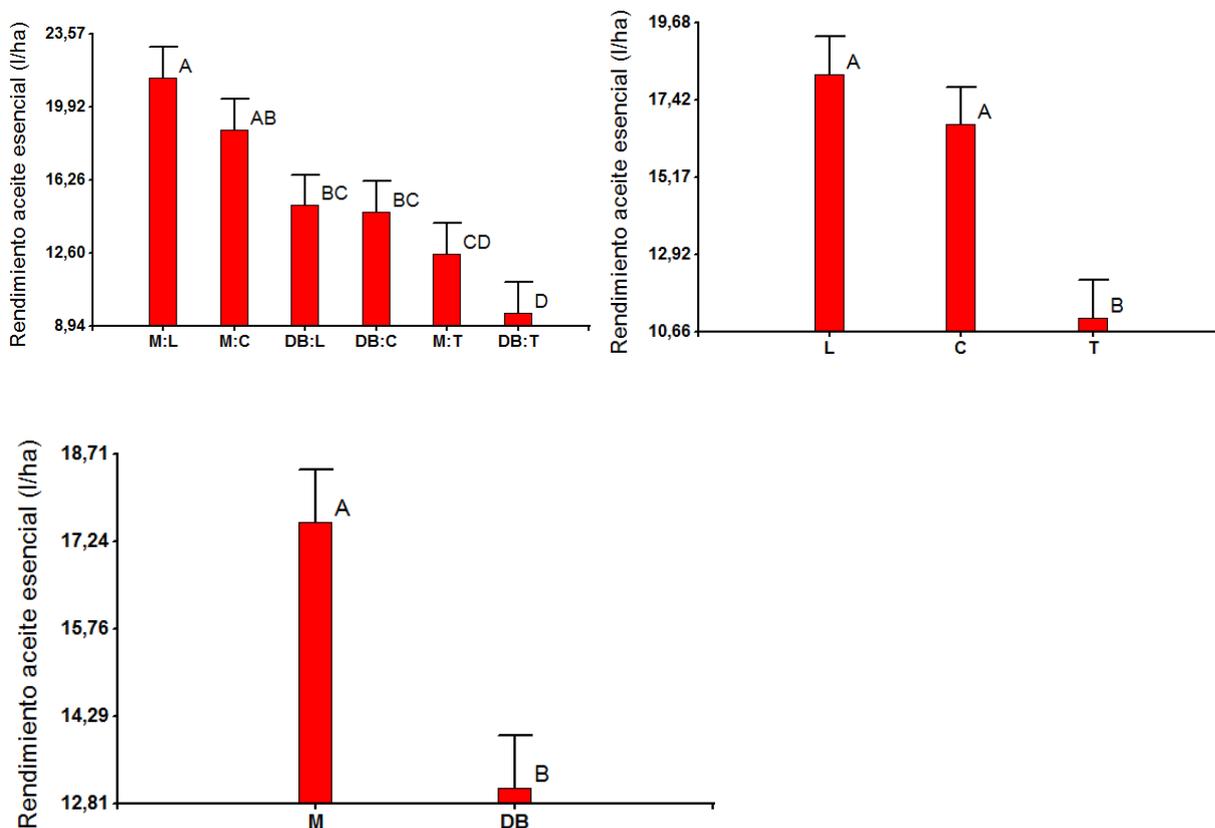


Figura 38. Rendimiento total de aceite esencial al momento del primer corte del segundo ciclo productivo en función de la variedad y los tratamientos expresado en l ha⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricomposto. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricomposto. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.1.7. Contenido porcentual de aceite esencial

Los resultados obtenidos oscilaron entre 1,03 y 2,43% (p/p) para DBT y ML respectivamente.

El % de aceite esencial al momento del primer corte del segundo ciclo productivo, en plena floración, presentó diferencias significativas entre el tratamiento Lombricompuesto y el testigo, al igual que entre los materiales ($p < 0,05$).

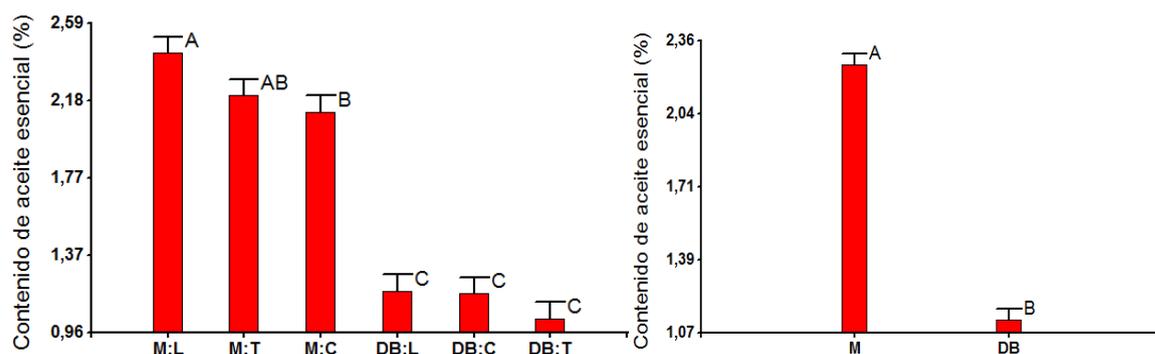


Figura 39. Contenido porcentual de aceite esencial en base materia seca para los tratamientos analizados. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompuesto. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.1.8. RESUMEN SEGUNDO CICLO- PRIMER CORTE

Tabla 14. Resumen de todas las variables registradas al momento del segundo corte en el primer año de ensayo.

Tabla 14.1 Comparación de medias entre todos los tratamientos

	Altura de la planta (cm)	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (%p/p)	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
MC	27,33c	58,68b	19,90bc	903,93cd	2,17a	2,08b	18,75ab
ML	25,83c	60,52b	19,57bc	885,58cd	2,17a	2,43a	21,37a
MT	23,92c	43,48b	13,24c	572,65d	1,86ab	2,18ab	12,54cd
DBC	47a	99,21a	33,14a	1249,02ab	1,31c	1,14c	14,99bc
DBL	42,33a	97,98a	32,51a	1301,48a	1,49bc	1,14c	14,99bc
DBT	34,17b	64,80b	22,99b	932,85bc	1,45c	1,01c	9,61d

Tabla 14.2 Comparación de medias entre los materiales

	Altura de la planta (cm)	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Mendocino	25,69b	54,23b	17,57b	787,39b	2,07a	17,55a
Don Bastías	45,17a	87,33a	29,55a	1161,11b	1,42b	13,08b

Tabla 14.3 Comparación de medias entre las enmiendas

	Altura de la planta (cm)	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Enmienda C	37,17a	93,94a	26,52a	1076,47a	1,74a	16,70a
Enmienda L	34,08a	79,71b	26,04a	1093,53a	1,83a	18,18a
Testigo	29,04ab	66,40c	18,12b	752,75b	1,61a	11,07b

Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$).

Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.2. Segundo corte (Marzo 2016)

5.2.2.2.1. Altura de las plantas

Los resultados obtenidos oscilaron entre 25,83 y 32,83 cm para DBT y MT respectivamente. En la figura 40 se observan las alturas registradas para cada tratamiento. No se observó interacción entre material y tratamiento. En la comparación de medias de todos los tratamientos, se destacaron los valores obtenidos por MT y ML que aunque no se diferenciaron estadísticamente de MC, sí lo hicieron de todos los tratamientos Don Bastías. A su vez, en la comparación de medias de los materiales se observaron diferencias significativas a favor del M ($p < 0,05$).

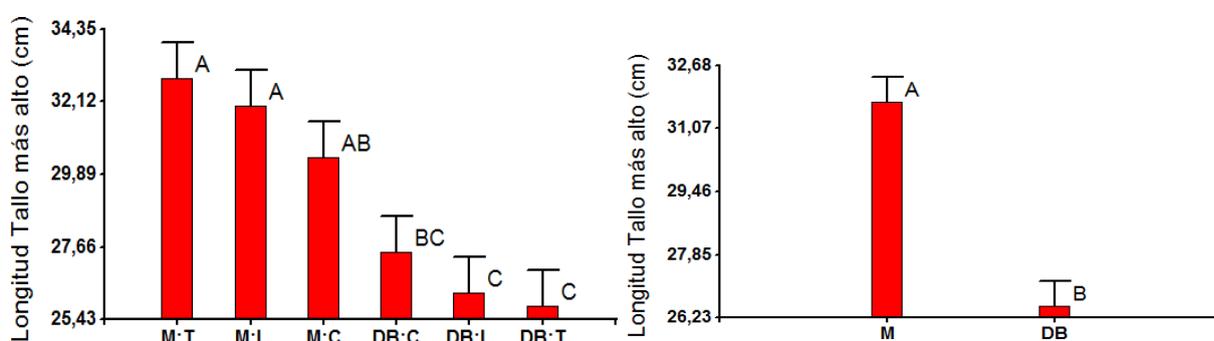


Figura 40. Altura de las plantas para las distintas variedades y los distintos tratamientos expresados en cm de la longitud del tallo más alto. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.2.2. Peso fresco parte aérea

Los resultados obtenidos oscilaron entre 24,59 y 40,35 g planta^{-1} para MT y ML respectivamente (figura 41). A pesar de que se registraron valores más altos en los tratamientos con enmienda, no se expresaron estadísticamente ($p > 0,05$) esas diferencias dada la gran dispersión de los datos evidenciada por el desvío estándar.

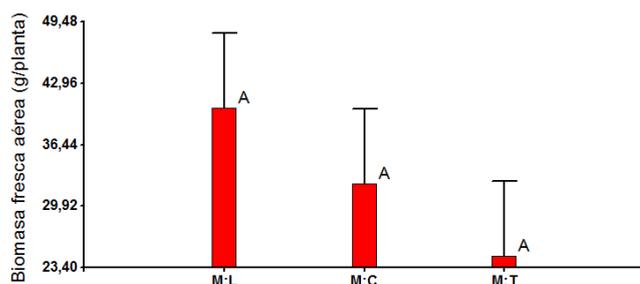


Figura 41. Peso fresco de la parte aérea al momento del segundo corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos, expresado en g planta^{-1} . Letras distintas indican

medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo.

5.2.2.2.3. Peso seco aéreo

Los resultados obtenidos oscilaron entre 7,99 y 12,70 g planta⁻¹ para MT y ML respectivamente (figura 42). Las diferencias expresadas no fueron significativas estadísticamente, existiendo una importante dispersión de los datos, al igual que fue señalado en parámetros anteriores ($p > 0,05$).

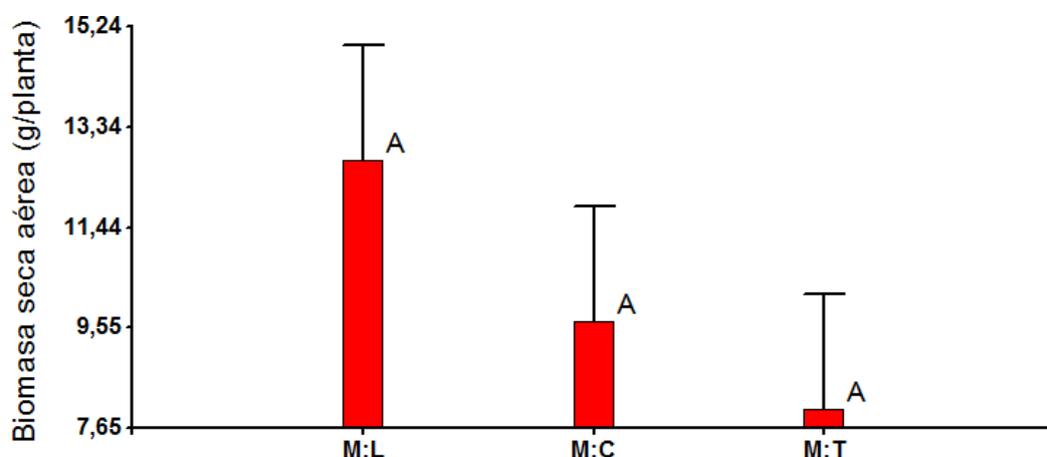


Figura 42. Peso seco de la parte aérea al momento del segundo corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos, expresado en g planta⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo.

5.2.2.2.4. Peso seco aéreo despalillado

Los resultados obtenidos oscilaron entre 333,75 y 542,70 kg ha⁻¹ para MT y ML respectivamente (figura 43).

El PSA despalillado al momento del segundo corte, en plena floración, presentó diferencias significativas entre el tratamiento ML y el testigo ($p < 0,05$). Considerando todos los tratamientos el abono con lombricompuesto resultó con los mayores valores.

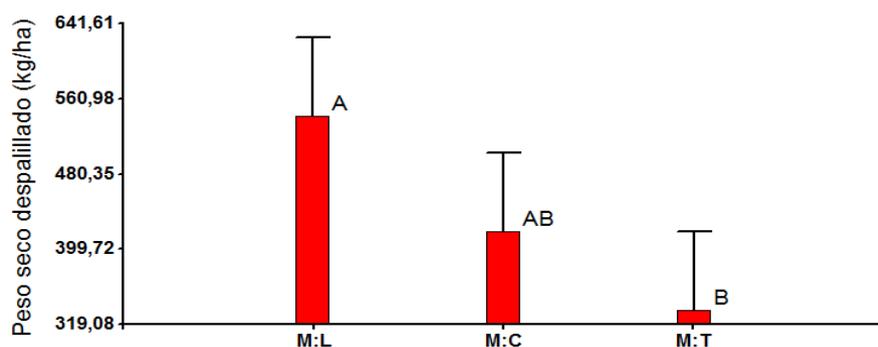


Figura 43. Peso seco despalillado de la parte aérea al momento del segundo corte del segundo ciclo productivo en función de los tratamientos, expresado en kg ha⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo.

5.2.2.2.5. Relación Hoja: Tallo

Los resultados obtenidos oscilaron entre 1,79 y 1,93 para MT y ML respectivamente (figura 44).

La relación H: T al momento del segundo corte, en plena floración, no presentó diferencias significativas entre las enmiendas y el testigo, habiendo una gran dispersión en los datos obtenidos, evidenciado esto por el desvío estándar. ($p > 0,05$).

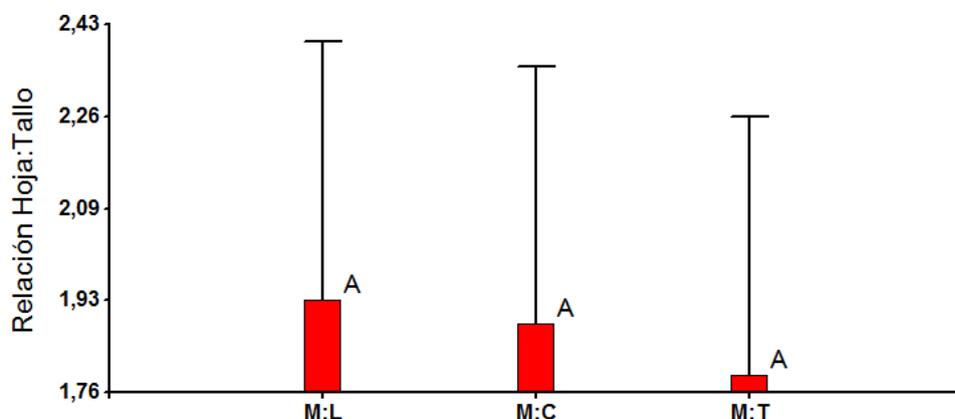


Figura 44. Relación Hoja: Tallo para los distintos tratamientos al momento del primer corte del segundo ciclo productivo. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo.

5.2.2.2.6. Aceite esencial

Los resultados obtenidos oscilaron entre 5,68 y 9,29 l ha⁻¹ para MT y ML respectivamente (figura 45).

El rendimiento de aceite esencial al momento del segundo corte, en plena floración, presentó diferencias significativas entre el tratamiento ML y los otros dos (p<0,05).

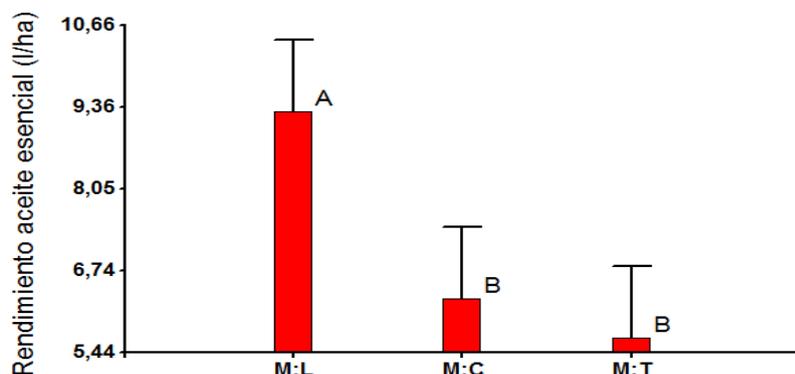


Figura 45 .Rendimiento total de aceite esencial al momento del segundo corte del segundo ciclo productivo en función de la variedad y los tratamientos expresado en l ha⁻¹. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher (p<0,05). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo.

5.2.2.2.7. Contenido porcentual de aceite esencial

Los resultados obtenidos oscilaron entre 1,50 y 1,75% (p/p) para MC y MT respectivamente.

El % de aceite esencial al momento del segundo corte del segundo ciclo productivo, en plena floración, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, nuevamente con alta dispersión entre los datos (p>0,05).

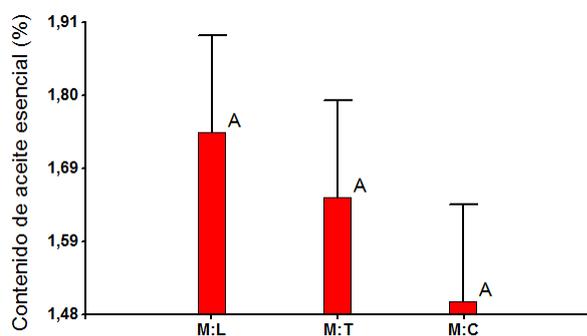


Figura 46. Contenido porcentual de aceite esencial en base materia seca para los tratamientos analizados. Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher (p<0,05). Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompuesto. MT: Mendocino Testigo.

5.2.2.2.8. RESUMEN SEGUNDO CICLO- SEGUNDO CORTE

Tabla 15. Resumen de todas las variables registradas al momento del segundo corte en el primer año de ensayo.

Tabla 15.1 Comparación de medias entre todos los tratamientos

	Altura de la planta (cm)	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
MC	30,42ab	32,31a	9,65a	418,75ab	1,89a	6,30b
ML	32,00a	40,35a	12,70a	542,70a	1,93a	9,29a
MT	32,83a	24,59a	7,99a	333,75b	1,79a	5,68b
DBC	27,50bc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc
DBL	26,25c	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc
DBT	25,83c	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Tabla 15.2 Comparación de medias entre los materiales

	Altura de la planta (cm)	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Mendocino	31,75a	32,41	10,11	431,73	1,87	7,09
Don Bastías	26,53b	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Tabla 15.3 Comparación de medias entre las enmiendas

	Altura de la planta (cm)	Biomasa fresca aérea (g planta ⁻¹)	Biomasa seca aérea (g planta ⁻¹)	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Relación H:T	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Enmienda C	30,42ab	32,31a	9,65a	418,75b	1,89a	6,30ab
Enmienda L	32,00a	40,35a	12,70a	542,70a	1,93a	9,29a
Testigo	32,83a	24,59a	7,99a	333,75c	1,79a	5,68b

Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$).

Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo. Nc: No cosechado.

5.2.2.3. RESUMEN AÑO 2

Tabla 16. Resumen de las dos variables productivas más importantes relacionadas con la cantidad y calidad de producto final obtenido, registradas en el segundo año de ensayo para los distintos materiales y tratamientos.

Tabla 16.1 Comparación de medias entre todos los tratamientos

	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
MC	1322,68a	25,06b
ML	1428,28a	30,65a
MT	906,39b	18,21c
DBC	1249,02ab	14,65c
DBL	1301,48a	14,99c
DBT	932,85b	9,61d

Tabla 16.2 Comparación de medias entre los materiales

	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Mendocino	1219,12a	24,64a
Don Bastías	1161,11a	13,08b

Tabla 16.3 Comparación de medias entre las enmiendas

	Peso seco despalillado (kg ha ⁻¹)	Aceite esencial (l ha ⁻¹)
Enmienda C	1322,68a	25,06a
Enmienda L	1428,28a	30,65a
Testigo	906,39c	18,21b

Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes según Test LSD de Fisher ($p < 0,05$).
Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo. DBL: Don Bastías Lombricompost. DBC: Don Bastías Compost. DBT: Don Bastías Testigo.

5.2.2.4. *Discusión*

De acuerdo a los resultados, para el segundo año de cultivo, incluyendo ambos cortes, nuevamente ninguna de las variables morfométricas ni de rendimiento han presentado interacción entre los materiales y los tratamientos (valores de p entre 0,16 y 0,95). Al igual que en el primer año, nos encontramos en condiciones de analizar los efectos de los factores (material genético y enmiendas) de manera independiente (Saravia Drago, 2018).

En el caso del primer corte, un aspecto importante a destacar es que para el cultivar Don Bastías las plantas presentaban una biomasa remanente elevada, dado que sólo se le había realizado un (1) corte durante el primer ciclo productivo. Los resultados al comparar las medias entre materiales y las diferencias significativas obtenidas para las variables de crecimiento y rendimiento en favor del cultivar Don Bastías, se relacionan directamente con lo sucedido en el primer año de cultivo. Sin embargo, la variable de rendimiento total de aceite esencial no presenta diferencias significativas y esto se debe a que, como se analizará posteriormente en la caracterización química de los materiales, el ecotipo Mendocino posee mayor cantidad porcentual de aceite y eso compensa los menores rendimientos en materia seca (Torres et al. 2012; Farias et al. 2010; Panonto et al. 2011).

En cuanto a la variable relación hoja: tallo se expresan diferencias significativas relacionadas con la arquitectura de la planta, en donde el cultivar Don Bastías se destaca por el vigor de crecimiento de su tallos obteniendo así un menor valor en comparación al ecotipo Mendocino diferente estadísticamente. Esto difiere con lo encontrado por Torres et al. (2012) en donde para ambos sitios de plantación en donde fueron caracterizados agrónomicamente 12 genotipos de orégano, la relación H:T del ecotipo Compacto fue más alta que la del Mendocino. Esto puede deberse a varios factores, entre los cuales destacamos que si bien el cultivar monoclonal Don Bastías está dentro de los oréganos de tipo “Compacto”, no es exactamente el ecotipo probado en el citado trabajo y por otro lado, las condiciones locales de cultivo que pueden afectar el vigor de crecimiento y la arquitectura de la planta, influyendo sobre esta variable.

Para el segundo corte, al igual que en el primer año, el análisis de los resultados no se debe soslayar que, bajo la decisión de estudio de realizar las cosechas en estado fenológico de floración, las variables productivas sólo se pudieron medir para el Ecotipo

Mendocino ya que Don Bastías se mantuvo en estado vegetativo hasta el reposo invernal después de la cosecha de verano.

Luego del primer corte, la dinámica de crecimiento fue igual que en el primer ciclo productivo, es decir, con un mayor desarrollo lateral y de yemas basales para el cultivar Don Bastías.

Analizando los resultados productivos, se debe evaluar lo ocurrido en función de la comparación de medias de los tratamientos, ya que no hay datos para uno de los materiales (Don Bastías). En este caso, ambos tratamientos con enmiendas orgánicas (Compost y Lombricompuesto) aumentaron los rendimientos en biomasa fresca, seca, peso seco despalillado y rendimiento total de aceite esencial, aunque fue la enmienda Lombricompuesto la que obtuvo valores significativamente diferentes. Estos resultados reflejan lo encontrado por Barreyro et al. (2005) como correlación positiva entre el aporte de materia orgánica o nutrientes en forma de fertilizantes químicos y los rendimientos de biomasa.

Resumen 2do año de cultivo

Al analizar el segundo ciclo productivo globalmente, incluyendo ambos cortes, hay que destacar que en las variables productivas las diferencias significativas estadísticamente estuvieron a favor del material Mendocino. En las variables de crecimiento, lo expresado anteriormente comprende la manifestación de los diferentes hábitos de crecimiento de los materiales.

Comparando las medias de los tratamientos, podemos concluir que la aplicación de ambas enmiendas orgánicas tuvo un efecto positivo para ambos materiales. Esto no se reflejó en las variables morfométricas pero sí lo hizo significativamente en las de rendimiento, elevando la biomasa producida y la cantidad total de aceite esencial obtenido. En este segundo año de cultivo los tratamientos C y L no se diferenciaron estadísticamente. El aporte de nutrientes, de esta manera, elevó los rendimientos tal como lo indica Barreyro et al (2005), en su trabajo de fertilización nitrogenada para este cultivo.

En el segundo ciclo productivo, para el caso del contenido porcentual de aceite, en el primer corte se volvieron a expresar diferencias significativas entre los materiales, volviendo a mostrar al ecotipo mendocino con valores más altos que Don Bastías. Esto no sólo concuerda con lo expresado para la discusión de los resultados del primer ciclo productivo, sino que a su vez va en el sentido de lo expresado por Bauzá (2012), en la

presentación del cultivar DB donde su mayor potencial está señalado en la alta producción de biomasa y no en el contenido de aceite. Sin embargo, es necesario resaltar que en todos los casos el cultivar DB superó el 1% de esencia requerido como parámetro de calidad en el Código Alimentario Argentino (CAA, 1995).

5.3. Caracterización del aceite esencial a través de sus componentes principales en función de los distintos tratamientos y cultivares.

5.3.1. Ecotipo Mendocino Año 1- corte 1 y 2.

5.3.1.1. Análisis completo de los componentes del aceite

Tabla 17. Composición del aceite esencial del ecotipo Mendocino para el primer ciclo productivo en ambos cortes y en función de los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada compuesto dentro del aceite esencial.

AÑO 1	MENDOCINO							
	MC		ML		MT		Mendocino	
	Corte 1	Corte 2						
α-tujeno	0,57	1,04	0,59	1,07	0,62	1,05	0,59	1,05
α-pineno	0,38	0,53	0,42	0,54	0,35	0,52	0,38	0,53
canfeno	0,00	0,11	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00	0,07
sabineno	3,86	4,67	3,95	4,80	4,04	4,91	3,95	4,79
β-pineno	0,34	0,31	0,27	0,31	0,24	0,34	0,28	0,32
β-mirceno	0,94	1,20	0,97	1,20	1,01	1,20	0,98	1,20
α-felandreno	0,17	0,57	0,22	0,60	0,29	0,61	0,23	0,59
α-terpineno	3,14	6,55	2,85	6,92	3,40	6,92	3,13	6,80
p-cimeno	7,36	2,77	7,25	2,84	8,66	2,89	7,76	2,83
D-limoneno	2,21	3,21	1,97	3,22	2,31	3,33	2,17	3,25
cis-β-ocimeno	0,41	0,00	0,25	0,00	0,32	0,00	0,33	0,00
trans-β-ocimeno	0,29	0,12	0,00	0,13	0,00	0,14	0,10	0,13
γ-terpineno	4,57	11,49	4,24	12,30	4,51	12,13	4,44	11,97
hidrato de cis-sabineno	2,93	3,79	3,68	3,32	3,16	3,80	3,26	3,64
terpinoleno	0,97	1,94	0,93	1,96	1,01	2,07	0,97	1,99
cis-p-ment-2-en-1-ol	16,43	0,00	20,94	0,00	17,91	0,00	18,43	0,00
trans-p-ment-2-en-1-ol	2,34	18,60	0,00	16,04	2,63	18,42	1,66	17,68
cis-β-terpineol	1,22	1,30	1,31	1,36	1,30	1,32	1,28	1,33
trans-β-terpineol	0,62	0,69	0,67	0,72	0,67	0,68	0,65	0,70
terpinen-4-ol	15,27	15,88	13,64	16,18	14,76	15,19	14,56	15,75
α-terpineol	2,41	3,08	2,44	2,84	2,47	2,55	2,44	2,82
trans-carveol	0,00	0,21	0,39	0,00	0,41	0,00	0,26	0,07
timol metil éter	0,21	0,26	0,36	0,32	0,24	0,32	0,27	0,30
isotimol metil éter	2,48	2,04	2,42	1,97	2,43	1,99	2,44	2,00
acetato de linalilo	3,29	1,73	3,28	1,67	3,27	1,68	3,28	1,69
timol	20,50	11,51	19,11	13,86	18,41	10,95	19,34	12,10
carvacrol	6,22	3,88	5,32	2,68	5,12	3,89	5,55	3,48
β-bourboneno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
trans-cariofileno	2,21	2,03	1,86	1,86	1,99	1,82	2,02	1,90
α-humuleno	0,19	0,16	0,17	0,17	0,16	0,16	0,17	0,16
germacreno D	0,27	0,07	0,99	0,00	0,38	0,00	0,54	0,02
viridifloreno	0,00	0,00	0,00	1,63	0,00	0,00	0,00	0,54
valenceno	0,85	1,39	0,57	1,31	0,63	1,23	0,68	1,31
β-bisaboleno	0,14	0,11	0,35	0,07	0,52	0,07	0,34	0,08
E-nerolidol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
espatulenol	0,75	0,20	0,60	0,16	0,66	0,16	0,67	0,18
óxido de cariofileno	0,45	0,12	0,43	0,10	0,49	0,10	0,46	0,11
α-bisabolol	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
epóxido de bisaboleno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
acetato de E-nerolidilo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fitone	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04

5.3.1.1.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial.

Tabla 18. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial del ecotipo Mendocino en el primer ciclo productivo para los distintos cortes y tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada grupo funcional dentro del aceite esencial.

AÑO 1	MENDOCINO							
	MC		ML		MT		Mendocino	
	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
Compuesto								
Monoterpenos hidrocarbonados	20,79	35,51	20,35	36,39	21,26	37,07	20,80	36,33
Monoterpenos oxigenados	41,58	41,49	42,67	38,80	43,42	39,84	42,56	40,05
Fenoles y derivados	29,41	17,69	27,20	18,83	26,20	17,16	27,60	17,89
Sesquiterpenos oxigenados	1,19	0,45	1,03	0,26	1,15	0,26	1,13	0,32
Sesquiterpenos hidrocarbonados	3,66	3,75	3,93	5,04	3,69	3,28	3,76	4,02
Bencénicos	7,36	2,77	7,25	2,84	8,66	2,89	7,76	2,83

5.3.1.1.2. Discusión

Con respecto a la caracterización del aceite esencial es importante destacar que el análisis realizado fue descriptivo y se presenta mediante las tablas 17 y 18 para el ecotipo Mendocino durante el primer año de cultivo, incluyendo ambos cortes. Luego se realizó un Análisis de Componentes Principales para comparar entre materiales que se discutirá oportunamente después de presentados los resultados en la figura 47.

El total de compuestos identificados fue 33. Lo que se observa en las tablas presentadas es que existen 8 compuestos (cis y trans-p-ment-2-en-1-ol, terpinen-4-ol, timol, gamma-terpineno, alfa-terpineno, p-cimeno, carvacrol y sabineno) que suman entre un 70 y un 75 % del total del aceite, sin importar de qué tratamiento se trata ni de qué corte.

El compuesto p-ment-2-en-1-ol, sumando sus dos isómeros geométricos (cis y trans), emerge como el principal detectado. El mismo está citado en trabajos sobre actividad antimicrobiana de *Origanum vulgare* (Teles et al. 2019) y de otras especies de la familia Labiadas como *Salvia potentillifolia* (Barkatullah et al. 2015) o de la familia Rutáceas como *Skimmia laureola* (Oztürk et al. 2009) o en trabajos investigando la actividad anti invertebrados de interés médico de los aceites esenciales de *Haplophyllum tuberculatum* (familia Rutáceas) (Benelli, et al. 2015).

Se observa también un dinámica que fluctúa en el mismo sentido para todos los tratamientos, en donde entre el primer y el segundo corte se registró un aumento de alfa terpineno, gamma terpineno y sabineno, en desmedro del contenido porcentual de timol y carvacrol, dinámica citada por Omer, (1999). Otras fuentes bibliográficas citan la correlación negativa entre el contenido de gamma terpineno y p cimeno con respecto al contenido de fenoles (timol y carvacrol) por ser considerados precursores bioquímicos de los mismos. (Poulose y Croteau 1978). A su vez, estos resultados verifican lo expuesto por Amadio et al. (2008) en cuanto a que, dentro de la composición fenólica

de los aceites esenciales de ecotipos mendocinos y criollos, la cantidad de timol es muy superior a la de carvacrol.

En cuanto a los grupos funcionales presentes, se observa una predominancia alta de monoterpenos hidrocarbonados, monoterpenos oxigenados y fenoles y derivados, cuyo aporte total varía entre un 83 y un 90 % en los distintos tratamientos y cortes.

También se pueden observar entre los grupos funcionales una fluctuación entre cortes al igual que para los compuestos. Principalmente el aumento de monoterpenos hidrocarbonados en desmedro de los fenoles, directamente relacionado con lo mencionado anteriormente de la dinámica terpineno-sabineno vs. timol-carvacrol.

5.3.2. Cv. Don Bastías Año 1.

5.3.2.1. Análisis completo de los componentes del aceite

Tabla 19. Composición del aceite esencial del cv. Don Bastías para el primer ciclo productivo en el corte único realizado y en función de los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada compuesto dentro del aceite esencial.

AÑO 1	DON BASTIAS			
	DBC	DBL	DBT	Don Bastias
Compuesto	Corte único	Corte único	Corte único	
α -tujeno	0,70	0,77	0,65	0,71
α -pineno	0,52	0,59	0,51	0,54
canfeno	0,00	0,00	0,00	0,00
sabineno	3,69	3,88	3,50	3,69
β -pineno	0,28	0,30	0,28	0,29
β -mirceño	1,19	1,24	1,13	1,18
α -felandreno	0,27	0,26	0,23	0,25
α-terpineno	4,17	4,35	4,19	4,24
p-cimeno	5,39	3,78	3,44	4,20
D-limoneno	1,80	1,88	1,71	1,80
cis- β -ocimeno	0,39	0,42	0,43	0,41
trans- β -ocimeno	0,12	0,13	0,13	0,13
γ-terpineno	11,85	14,15	14,00	13,33
hidrato de cis-sabineno	2,09	1,75	1,70	1,85
terpinoleno	1,23	1,23	1,21	1,22
cis-p-ment-2-en-1-ol	0,00	0,00	0,00	0,00
trans-p-ment-2-en-1-ol	17,29	16,71	15,95	16,65
cis- β -terpineol	1,13	0,98	0,97	1,03
trans- β -terpineol	0,60	0,51	0,51	0,54
terpinen-4-ol	11,82	10,51	10,89	11,07
α -terpineol	2,04	1,82	1,72	1,86
trans-carveol	0,22	0,22	0,21	0,22
timol metil éter	1,41	1,53	1,68	1,54
isotimol metil éter	1,93	1,75	1,72	1,80
acetato de linalilo	1,22	0,00	0,00	0,41
timol	24,18	26,02	25,20	25,14
carvacrol	2,13	0,91	0,51	1,18
β -bourboneno	0,13	0,15	0,16	0,15
trans-cariofileno	1,20	1,17	1,15	1,17
α -humuleno	0,16	0,14	0,11	0,14
germacreno D	1,37	1,76	1,74	1,62
viridifloreño	0,00	0,00	0,88	0,29
valenceno	0,81	0,83	0,92	0,85
β -bisaboleno	0,51	0,62	0,56	0,56
E-nerolidol	0,00	0,00	0,63	0,21
espatulenol	0,48	0,40	0,29	0,39
óxido de cariofileno	0,47	0,30	0,16	0,31
α -bisabolol	0,00	0,00	18,78	6,26
epóxido de bisaboleno	0,00	0,00	7,33	2,44
acetato de E-nerolidilo	0,00	0,54	0,00	0,18
fitone	0,00	0,00	0,00	0,00

5.3.2.1.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial.

Tabla 20. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial del cv. Don Bastías en el primer ciclo productivo en su corte único y para los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada grupo funcional dentro del aceite esencial.

AÑO 1	DON BASTIAS			
	DBC	DBL	DBT	Don Bastias
Compuesto	Corte único	Corte único	Corte único	
Monoterpenos hidrocarbonados	28,30	30,95	29,67	29,64
Monoterpenos oxigenados	34,33	30,75	30,25	31,78
Fenoles y derivados	29,64	30,21	29,12	29,65
Sesquiterpenos oxigenados	0,95	1,24	1,27	1,15
Sesquiterpenos hidrocarbonados	4,17	4,67	5,51	4,78
Bencénicos	5,39	3,78	3,44	4,20

5.3.2.1.2. Discusión

El análisis descriptivo de la composición química del aceite esencial del cv. Don Bastías se presenta mediante las tablas 19 y 20 durante el primer año de cultivo, en su único corte. Posteriormente tuvo lugar un Análisis de Componentes Principales para comparar entre materiales que se discutirá luego de presentados los resultados en la figura 47.

El total de compuestos identificados fue 38. Lo que se observa en las tablas presentadas es que existen 6 compuestos (timo, trans-p-ment-2-en-1-ol, gamma-terpineno, terpinen-4-ol, alfa-terpineno y p-cimeno) que suman alrededor del 75 % del total del aceite, sin importar de qué tratamiento se trata.

El compuesto que se destaca, con un 25% del total es el timol. Cifras similares para este compuesto fenólico están citadas en bibliografía acerca de al menos uno de los dos quimiotipos postulados para el género *Origanum* y es el rico en fenoles (ya sea timol y/o carvacrol) (Aligiannis et al. 2001; Sarer et al. 1982). A nivel global de los componentes, lo encontrado para Don Bastías va en concordancia con lo citado por Farías et al. (2010) con valores similares a los materiales que se ensayan en dicho trabajo bajo el nombre de 27-09 y Peruano, que pertenecen al híbrido *Origanum x majoricum*. Este dato genera una contradicción ya que el orégano Don Bastías está clasificado como *Origanum vulgare ssp. vulgare*, y dicha composición sería más cotejable con el ecotipo Mendocino (*O.vulgare x O.majoricum*).

Algo a destacar es que este cultivar monoclonal se encuentra inscripto en el INASE y no hay citas de trabajos que aborden la composición química de su aceite.

En cuanto a los grupos funcionales presentes, se observa una predominancia alta de monoterpenos hidrocarbonados, monoterpenos oxigenados y fenoles y derivados, cuyo aporte total varía entre un 89 y un 92 % en los distintos tratamientos.

5.3.3. Análisis multivariado de los componentes principales para ambos cultivares y tratamientos en el primer ciclo productivo.

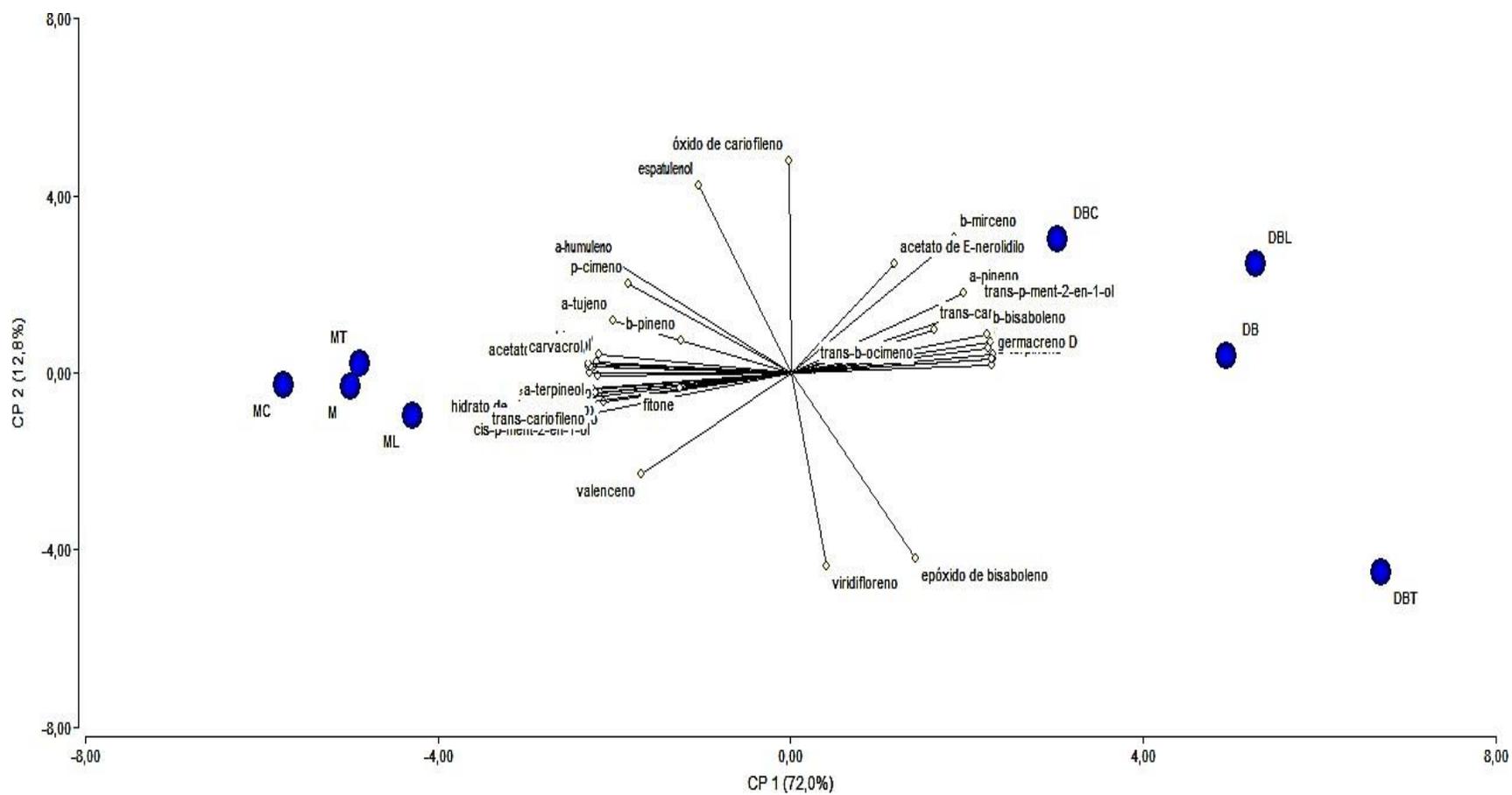


Figura 47. Análisis de los componentes principales del aceite esencial de ambos materiales y sus distintos tratamientos. Muestras extraídas a partir de la destilación por arrastre de vapor de agua con materia seca proveniente del primer corte en el año 1 de ensayo. Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo.

5.3.3.1. *Discusión*

A la hora de visualizar gráficamente la comparación a través del análisis multivariado de A.C.P, (presente en la figura 47 y en conjunto con las tablas 17, 18, 19 y 20), se puede apreciar, como primera aproximación, los aceites polarizados por material genético. El 84,8% de la variabilidad total está explicada en el primer plano factorial (PC1 y PC2). Es decir, los tratamientos pertenecientes al ecotipo Mendocino por un lado, y los pertenecientes al cultivar monoclonal Don Bastías por el otro.

Ésta polarización se ve reflejada a través de la caracterización de ambos materiales, en donde por ejemplo, hay variaciones importantes a la baja de contenido de carvacrol, cis terpinen⁻¹-ol para el cultivar Don Bastías en relación al Mendocino, y a la alta, haciendo la misma comparación para el timol principalmente.

Por otro lado, existen compuestos presentes en un material y no en otro como el canfeno (sólo presente en Mendocino 2do corte); el isómero geométrico cis-p-ment-2-en-ol (ausente en Don Bastías), beta-bourboneno, E-neronidol, alfa bisabolol, epóxido de bisaboleno y acetato de E-nerolidilo (ausentes en Mendocino).

Con respecto a los grupos funcionales la variación la encontramos con una mayor concentración de monoterpenos y fenoles y derivados (aumento en el timol) en el cultivar Don Bastías.

5.3.4. Ecotipo Mendocino Año 2- corte 1 y 2.

5.3.4.1. Análisis completo de los componentes del aceite.

Tabla 21. Composición del aceite esencial del ecotipo Mendocino para el segundo ciclo productivo en ambos cortes y en función de los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada compuesto dentro del aceite esencial.

AÑO 2	MENDOCINO							
	MC		ML		MT		Mendocino	
	Corte 1	Corte 2						
Compuesto								
α -tujeno	1,22	0,62	1,15	0,53	1,05	0,53	1,14	0,56
α -pineno	0,59	0,43	0,59	0,37	0,57	0,38	0,59	0,39
canfeno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sabineno	5,22	4,04	5,16	3,54	4,79	3,61	5,05	3,73
β -pineno	0,51	0,26	0,51	0,30	0,38	0,19	0,47	0,25
β -mirceno	1,27	0,98	1,17	0,92	1,07	0,88	1,17	0,93
α -felandreno	0,93	0,31	0,76	0,31	0,88	0,29	0,86	0,30
α-terpineno	8,20	5,17	7,09	4,78	7,82	4,87	7,70	4,94
p-cimeno	6,05	4,33	5,49	3,23	4,95	3,58	5,50	3,71
D-limoneno	4,77	2,63	4,04	2,34	4,18	2,40	4,33	2,45
cis- β -ocimeno	0,79	0,00	0,64	0,00	0,91	0,00	0,78	0,00
trans- β -ocimeno	0,57	0,68	0,62	0,57	0,64	0,61	0,61	0,62
γ-terpineno	14,56	10,62	13,24	9,84	14,75	10,33	14,19	10,26
hidrato de cis-sabineno	2,84	4,00	3,05	3,64	2,73	4,10	2,87	3,91
terpinoleno	2,35	1,53	1,89	1,47	2,21	1,50	2,15	1,50
cis-p-ment-2-en-1-ol	14,19	21,13	15,27	19,75	10,96	22,44	13,47	21,10
trans-p-ment-2-en-1-ol	2,18	0,00	1,46	0,00	3,52	0,00	2,39	0,00
cis- β -terpineol	1,57	1,69	1,29	1,79	1,67	1,71	1,51	1,73
trans- β -terpineol	1,01	0,69	0,36	0,71	0,58	0,67	0,65	0,69
terpinen-4-ol	16,93	15,30	16,83	15,72	18,89	15,09	17,55	15,37
α -terpineol	2,15	2,64	2,72	2,87	2,74	2,72	2,54	2,74
cis-carveol	0,25	0,60	0,00	0,69	0,75	0,79	0,34	0,69
trans-carveol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
timol metil éter	1,03	0,25	1,82	0,29	1,02	0,25	1,29	0,26
isotimol metil éter	2,19	2,20	2,08	2,10	2,11	2,21	2,13	2,17
acetato de linalilo	1,99	1,72	2,16	1,63	1,86	1,57	2,00	1,64
timol	7,87	13,83	10,54	16,55	8,61	13,26	9,01	14,54
carvacrol	1,04	2,97	1,32	3,21	2,46	3,96	1,61	3,38
β -bourboneno	0,00	0,40	0,00	0,39	0,00	0,71	0,00	0,50
trans-cariofileno	2,05	1,67	2,24	1,72	2,09	1,69	2,13	1,69
α -humuleno	0,21	0,15	0,28	0,14	0,23	0,15	0,24	0,14
germacreno D	0,95	0,00	0,00	0,12	0,32	0,08	0,42	0,07
viridifloreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
valenceno	0,63	0,91	0,93	1,17	0,77	1,04	0,77	1,04
β -bisaboleno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E-nerolidol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
espatulenol	0,64	0,69	0,39	0,21	0,46	0,17	0,49	0,36
óxido de cariofileno	0,00	0,64	0,00	0,52	0,00	0,56	0,00	0,57
α -bisabolol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
epóxido de bisaboleno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
acetato de E-nerolidilo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fitone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

5.3.4.1.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial.

Tabla 22. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial del ecotipo Mendocino en el segundo ciclo productivo para los distintos cortes y tratamientos.

	MENDOCINO							
AÑO 2	MC		ML		MT		Mendocino	
Compuesto	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
Monoterpenos hidrocarbonados	43,82	31,25	39,90	28,60	41,99	29,68	41,90	29,84
Monoterpenos oxigenados	40,28	43,76	40,11	43,16	40,97	44,98	40,45	43,97
Fenoles y derivados	12,13	19,26	15,76	22,15	14,20	19,67	14,03	20,36
Sesquiterpenos oxigenados	0,64	1,33	0,39	0,73	0,46	0,73	0,49	0,93
Sesquiterpenos hidrocarbonados	3,84	3,13	3,45	3,54	3,40	3,67	3,56	3,44
Bencénicos	6,05	4,33	5,49	3,23	4,95	3,58	5,50	3,71

5.3.4.1.2. *Discusión*

Con respecto a la discusión de resultados en cuanto a la caracterización de los aceites del ecotipo Mendocino en el primer año, para este segundo ciclo productivo se observan valores similares, con diferencias en la variación entre primer y segundo corte, de la relación entre compuestos fenólicos y monoterpenos hidrocarbonados. En el primer año, para el segundo corte había un aumento principalmente de gamma terpineno y terpinén 4-ol y una consecuente caída del timol (Poulose y Croteau 1978), lo cual resultó a la inversa en el segundo ciclo de cultivo.

Sigue destacándose el alto nivel del compuesto p-ment-2-en-1ol que no ha sido citado en otros trabajos previos para este genotipo. Como es señalado por Teles et al. (2019), éste es un compuesto principal de aceites esenciales de otras especies, como por ejemplo *Cinnamomum zeylanicum*, llegando a un 33%. En el citado trabajo se destaca ese aceite por su potencial antimicrobiano y su actividad biológica.

5.3.4.2. Cv. Don Bastías Año 2- corte único.

5.3.4.2.1. Análisis completo de los componentes del aceite

Tabla 23. Composición del aceite esencial del cv. Don Bastías para el segundo ciclo productivo en su corte único y en función de los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada compuesto dentro del aceite esencial.

AÑO 2	DON BASTIAS			
	DBC	DBL	DBT	Don Bastias
Compuesto	Corte único	Corte único	Corte único	Corte único
α-tujeno	1,28	1,19	1,24	1,24
α-pineno	0,97	0,89	0,93	0,93
canfeno	0,00	0,00	0,00	0,00
sabineno	4,92	4,66	4,89	4,82
β-pineno	0,81	0,71	0,68	0,73
β-mirceno	0,96	1,01	0,99	0,99
α-felandreno	0,79	0,77	0,89	0,82
α-terpineno	7,43	7,01	7,48	7,31
p-cimeno	6,00	6,44	4,50	5,65
D-limoneno	4,59	4,69	4,40	4,56
cis-β-ocimeno	0,00	0,00	0,00	0,00
trans-β-ocimeno	0,62	0,55	0,47	0,54
γ-terpineno	23,21	21,51	23,87	22,87
hidrato de cis-sabineno	2,45	2,44	1,90	2,26
terpinoleno	1,70	1,66	1,79	1,71
cis-p-ment-2-en-1-ol	7,99	10,24	10,81	9,68
trans-p-ment-2-en-1-ol	8,02	5,15	8,23	7,13
cis-β-terpineol	0,90	1,33	1,11	1,11
trans-β-terpineol	0,33	0,36	0,00	0,23
terpinen-4-ol	15,42	15,20	14,84	15,15
α-terpineol	1,20	1,92	1,90	1,67
cis-carveol	0,00	0,00	0,00	0,00
trans-carveol	0,00	0,00	0,00	0,00
timol metil éter	2,29	1,73	1,82	1,95
isotimol metil éter	1,48	1,32	1,37	1,39
acetato de linalilo	0,00	0,00	0,00	0,00
timol	7,94	9,91	10,00	9,28
carvacrol	1,90	2,55	2,85	2,43
β-bourboneno	0,00	0,28	0,00	0,09
trans-cariofileno	1,40	1,29	1,30	1,33
α-humuleno	0,00	0,00	0,00	0,00
germacreno D	1,14	0,97	1,13	1,08
viridifloreno	0,83	0,73	0,92	0,83
valenceno	0,00	0,00	0,00	0,00
β-bisaboleno	0,00	0,00	0,00	0,00
E-nerolidol	0,00	0,00	0,00	0,00
espatulenol	0,00	0,00	0,00	0,00
óxido de cariofileno	0,00	0,00	0,00	0,00
α-bisabolol	0,00	0,00	0,00	0,00
epóxido de bisaboleno	0,00	0,00	0,00	0,00
acetato de E-nerolidilo	0,00	0,00	0,00	0,00
fitone	0,00	0,00	0,00	0,00

5.3.4.2.1.1. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial.

Tabla 24. Grupos funcionales presentes en el aceite esencial del cv. Don Bastías en el segundo ciclo productivo en su corte único y para los distintos tratamientos, expresado en el contenido porcentual de cada grupo funcional dentro del aceite esencial.

		DON BASTIAS					
AÑO 2							
Compuesto	DBC		DBL		DBT		Don Bastias
	Corte único						
Monoterpenos hidrocarbonados	49,73	0,00	47,09	0,00	49,52	0,00	48,78
Monoterpenos oxigenados	33,86	0,00	34,20	0,00	36,89	0,00	34,98
Fenoles y derivados	13,60	0,00	15,51	0,00	16,04	0,00	15,05
Sesquiterpenos oxigenados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sesquiterpenos hidrocarbonados	3,37	0,00	3,27	0,00	3,34	0,00	3,33
Bencénicos	6,00	0,00	6,44	0,00	4,50	0,00	5,65

5.3.4.2.1.2. *Discusión*

Con respecto a la discusión de resultados en cuanto a la caracterización de los aceites del cultivar monoclonal Don Bastías en el primer año, para este segundo ciclo productivo se observan valores similares, con diferencias en cuanto al contenido fenólico, principalmente de timol, y explicado en su variación por el aumento de gamma terpineno respecto al primer año (Poulose y Croteau 1978).

Sigue destacándose, al igual que en el ecotipo Mendocino, el alto nivel del compuesto p-ment-2-enol que no ha sido citado en otros trabajos previos para este genotipo. Además de lo señalado por Teles et al. (2019), en Benelli et al. (2015), también se observó que ambos isómeros geométricos de este compuesto, fueron los principales componentes en aceites esenciales de especies pertenecientes a la familia Rutáceas, que demostraron toxicidad para con especies de invertebrados patógenos o vectores de importancia para la medicina humana.

5.3.5. Análisis multivariado de los componentes principales para ambos cultivares y tratamientos en el segundo ciclo productivo.

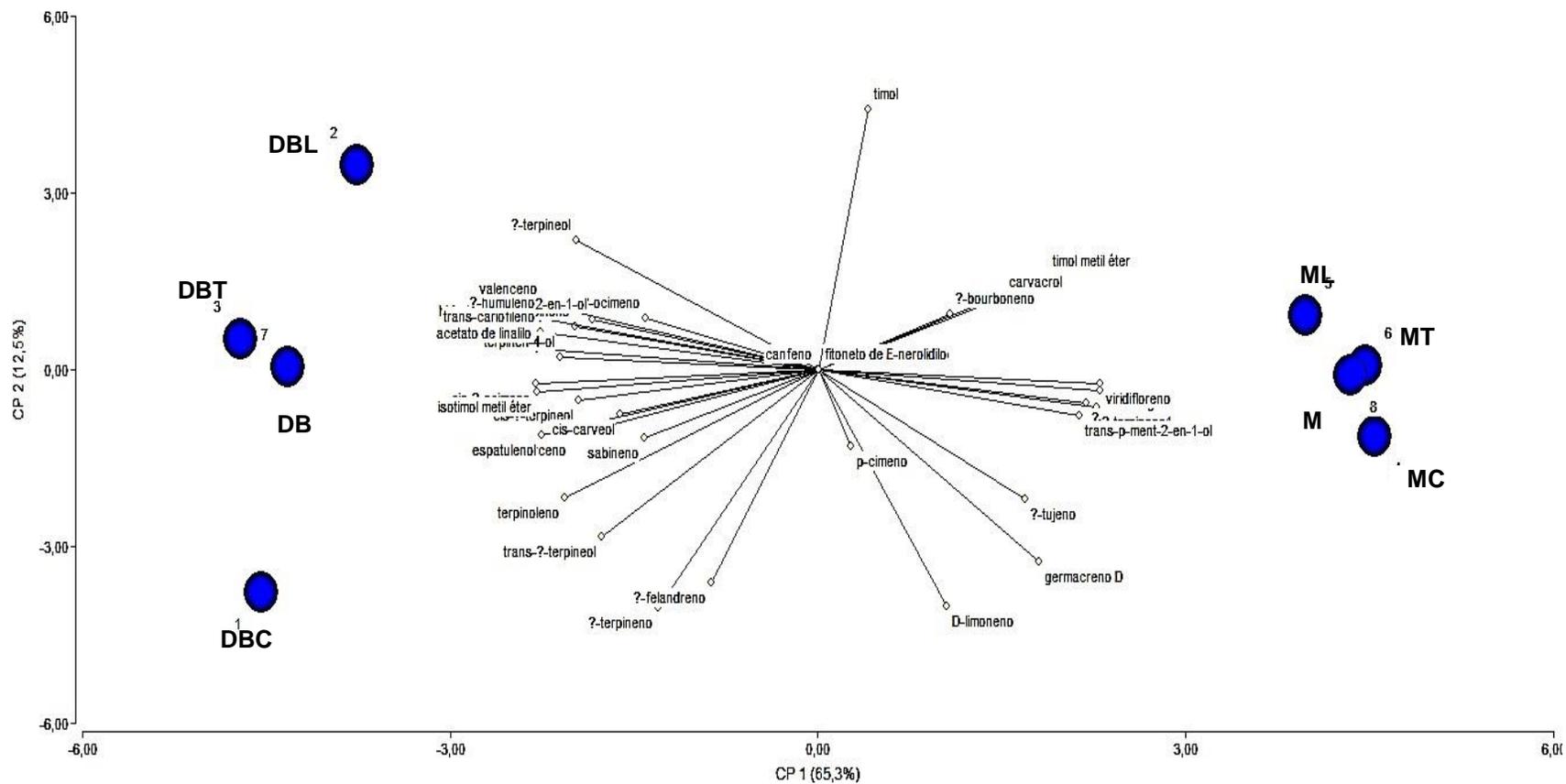


Figura 48. Análisis de los componentes principales del aceite esencial de ambos materiales y sus distintos tratamientos. Muestras extraídas a partir de la destilación por arrastre de vapor de agua con materia seca proveniente del primer corte en el año 2 de ensayo. Leyendas: MC: Mendocino Compost. ML: Mendocino Lombricompost. MT: Mendocino Testigo.

5.3.5.1. *Discusión*

A la hora de visualizar gráficamente la comparación a través del análisis multivariado de A.C.P, presente en la figura 48, en conjunto con las tablas 21, 22, 23 y 24, se puede apreciar, como primera aproximación, los aceites polarizados por material genético. El 77,8% de la variabilidad total está explicada en el primer plano factorial (PC1 y PC2). Es decir, los tratamientos pertenecientes al ecotipo Mendocino por un lado, y los pertenecientes al cultivar monoclonal Don Bastías por el otro.

Esta polarización se ve reflejada a través de la caracterización de ambos materiales, en donde por ejemplo, hay variaciones importantes a la baja de contenido de carvacrol, cis terpinen¹-ol para el cultivar Don Bastías en relación al Mendocino, y a la alta, haciendo la misma comparación para los compuesto gamma terpineno y p-ment-2-en-1-ol (Amadio et al. 2008).

Por otro lado, existen compuestos presentes en un material y no en otro como el isómero geométrico cis-beta-ocimeno (sólo presente en 1er corte de Mendocino), carveol y acetato de linalilo, alfa humuleno, espatulenol y óxido de cariofileno (ausentes en Don Bastías).

5.4. CONCLUSIONES FINALES

El cultivo orgánico de orégano europeo (*Origanum vulgare*) en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires es una alternativa productiva que emerge como posibilidad de diversificación agronómica. En el presente trabajo que incluyó dos temporadas de crecimiento comprendidas entre Octubre 2014 y Mayo 2016, se han ensayado dos materiales que al momento de implantación aparecían con potencial y a su vez contrastantes en su arquitectura y requerimiento fotoperiódico.

Tanto el ecotipo Mendocino como el cultivar monoclonal Don Bastías se establecieron sin mayores inconvenientes, con una implantación normal y un primer año de cultivo que estuvo a la altura en cuanto a las mediciones morfológicas, productivas y de calidad, de las zonas tradicionales de producción para esta especie (Barreyro, 2005; Farias, 2010; Bollini, 2018; Suarez, 2003) . Con respecto a plagas y enfermedades no se registraron daños, más que un principio de ataque de hormiga podadora en implantación. Enfermedades de gravedad, citadas en bibliografía principalmente para el ecotipo Mendocino, como la roya, no se registraron. La única aparición masiva de una plaga animal fue la invasión de chinche diminuta (*Nysium simulans*) registrada para toda la zona en el verano de 2015-2016, que, aunque no ocasionó daños, si obligó a un cribado más exhaustivo a la hora de despalillar el producto final dado que había, en el material deshidratado, una gran cantidad de insectos muertos. Dentro de las diferencias entre las temporadas de corte, se cita, para nuestra región, condiciones excelentes para el secado natural en el 1er corte (temperaturas muy elevadas, humedades relativas muy bajas y vientos cálidos), mientras que las estrategias de poscosecha deben ser más cautelosas en el 2do corte, en especial para aquellos otoños que tengan una mayor posibilidad de incidencia de precipitaciones (lo cual es difícil de predecir en una región semiárida caracterizada por la erraticidad climática).

Para ambos materiales, la incorporación de enmiendas orgánicas resultó positiva para la producción de biomasa, sin interferir en la calidad (% de aceites esenciales), como está citado en varios trabajos previos de especies aromáticas y medicinales.

Resulta importante destacar, para el manejo orgánico del cultivo, que la morfología de las plantas del cultivar monoclonal Don Bastías resultó muy beneficiosa. En primer lugar, su mayor vigor de crecimiento permitió una cosecha más sencilla y eficiente y en segundo lugar, la cobertura de entresurco fue muy veloz, terminando el primer ciclo productivo con un 100% de cobertura (con una distancia entre plantas de 25 cm). Sin embargo, los resultados productivos estuvieron a favor del ecotipo Mendocino,

principalmente debido a que se pudieron obtener dos cortes por temporada contra uno solo de Don Bastías. Una propuesta agronómica podría ser realizar un corte más en este último aunque se encuentre en estado vegetativo.

Los resultados para el segundo año productivo no fueron los esperados, ya que se mantuvieron en valores similares a los obtenidos en el año de implantación. Aquí emerge uno de los principales aspectos que se concluyen respecto al manejo de plantaciones de esta especie en la región, en especial en cuanto a su inclusión como diversificación en planteos hortícolas. La meseta productiva del 2do año, donde se esperaban mayores resultados al año 1, se debió al comienzo de aparición de daño por nematodos fitófagos que se vio plasmado en el 3er año (ya fuera del ensayo) donde se registró la pérdida total de plantas.

Si bien la bibliografía era clara respecto a la susceptibilidad del orégano a esta plaga, se seleccionó un lote cuya historia previa (pastura perenne de pasto llorón) indicaba el riesgo prácticamente nulo de presencia de nematodos. Sin embargo, en lotes aledaños siempre hubo registro de daños en especies hortícolas, y la clase textural del suelo y condiciones ambientales y de manejo pudieron contribuir a la migración de esta plaga, con un daño incipiente en el año 2 (que frenó el desarrollo normal de las plantas) y un daño severo para el año 3. Por esta razón, no sólo se torna imprescindible el análisis de suelo previo a la implantación de esta especie, sino que a su vez, hay que extremar las medidas para evitar la llegada de nematodos fitófagos desde otros lotes o cultivos, en especial en establecimientos dedicados a la producción intensiva.

En cuanto a los aceites esenciales los contenidos porcentuales estuvieron de acuerdo a lo citado en bibliografía y siempre por encima de lo mínimo requerido por el CAA.

Con respecto a la composición, dentro de lo presentado, la descripción del aceite del cultivar monoclonal Don Bastías es una contribución nueva a la información de estas especies, ya que no hay referencias bibliográficas que citen con tal nivel de detalle este contenido. En cuanto a quimiotipos, si bien en ambos materiales, como se discutió oportunamente, aparecieron puntos de contacto con trabajos previos, se postula un nuevo quimiotipo en este trabajo, donde el principal componente es el p-ment-2-en-1-ol, que en la sumatoria de sus isómeros geométricos cis y trans dieron valores cercanos al 25%. Este dato fomenta el avance en este tipo de estudios y con esta especie en la región ya que varios trabajos científicos citan la potencialidad de este compuesto como antimicrobiano, anti insectos además de otras funciones biológicas.

Por último, en lo que deberá hacerse hincapié (según el criterio del autor del presente trabajo), es en aumentar la profundidad de los estudios y los ensayos a campo para esta especie, incorporando nuevos materiales inscriptos en INASE, medidas agronómicas diferentes de manejo y nutrición y condiciones poscosecha, para aumentar los cimientos sobre los cuales se puedan dar recomendaciones sólidas y alternativas viables para diversificar la producción orgánica del sudoeste bonaerense. La potencialidad está comprobada.

6. Bibliografía consultada

- Albado, E., Saez, G. y Grabiell, S.(2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). Revista Medica Herediana, 12(1), 17-19.
- Aligiannis, N., Kalpoutzakis, E., Mitaku, S., & Chinou, I. B. (2001).Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species. Journal of Agriculture Food Chemistry, 49, 4168–4170.
- Amadio, C.;Medina, R.; Dediol, C.; Zimmermann, M. y Miralles, S (2008). Aceite esencial de orégano: aditivo alimentario. Libro de resúmenes de Aromáticas, Cultivos Protegidos y Floricultura - XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata, Argentina. Resumen 396. Pág 126.
- Arcila-Lozano, C. y otros (2004). Orégano: Propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. ALAN, 54(1), 100-111.
- Argüello JA, C Vega, V Davidenco (2012) Respuesta fotoperiódica en *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* ssp. *hirtum* Letsw.: impacto sobre su desarrollo y crecimiento. Revista de la facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Volumen 44 Número 1.
- Argüello, J.A., S.B. Núñez, M.A. Fraresso, L. Seisedos, P. Ristorto, N. Bazán (2008). Respuesta Ecofisiológica de la Economía del Carbono de *Origanum vulgare* L. ecotipo “Criollo”, en arquitecturas de porte grande y pequeña. XXVII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal y XXIII Reunión Latinoamericana de Fisiología Vegetal. Rosario. 88 p.
- Argüello JA, SB Núñez, V Davidenco, DA Suárez, L Seisedos, MC, Baigorria, N La Porta, G Ruiz, V Yossen (2012) Sistema de producción y cadena de valor del cultivo de Orégano (*Origanum* sp.) en la Provincia de Córdoba (Argentina). . Phyton 81: 23-34.

- Arizio, O, A. Curioni, G. Sánchez Vallduvi y M. García (2006). El cultivo de Orégano (*Origanum sp.*). En: Curioni A. y O. Arizio (Eds.). Plantas Aromáticas y Medicinales. Labiadas. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina, pp. 57-92.
- Arizio, O. (1996). Cartilla económica N°6: Orégano (*Origanum vulgare L.*). Proyecto VESA.
- Arizio, O. y A. Curioni (2003). Documento 5: Productos aromáticos y medicinales. Estudio 1. EG. 33. 7. Estudios Agroalimentarios. Componente A: Fortalezas y debilidades del sector agroalimentario. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA)- CEPAL. 131 p.
- Arraiza, M (2010) Material de docencia de la asignatura “Uso industrial de Plantas aromáticas y medicinales”. Universidad Politécnica de Madrid. Open Course Ware.
- Ayastuy M.E. y Rodríguez R.A. (2006). Desinfección de suelos: alternativas al uso del bromuro de metilo. Revista AgroUNS, Año III, N°5: 15¹8.
- Ayastuy M.E. y Rodríguez R.A. (2009). Agricultura orgánica. Revista AgroUNS, Año VI, N° 11: 5-11.
- Azizi, A; Yan, F; Honermeier, B. (2009). Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare L.*) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. Industrial crops and products 29. 554–561pp.
- Baglio, C.; Bauzá, P.; Bastías, J.; Lienaux, F.; Locatelli, D.; Amadio, C. y Tolocka, P. (2009). Resultados red nacional de ensayos de orégano. Libro de resúmenes de Aromáticas, Cultivos Protegidos y Floricultura - XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Salta, Argentina. Resumen 372. Pág.144.

- Barkatullah, Ibrar M, Muhammad N, De Feo V. (2015) Chemical composition and biological activities of the essential oil of *Skimmia laureola* leaves. *Molecules*. Doi: 10.3390/molecules20034735. PMID: 25786161; PMCID: PMC6272542.
- Barreyro, R.A.; Etchevers, P.; Pardi, M.; Hirschhorn, J. (2011). Comportamiento del oregano criollo (*Origanum x applii*) ante el agregado de Nitrógeno y Fósforo bajo *mulch* y riego por goteo. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Buenos Aires, Argentina. Resumen 471. Pág 137.
- Barreyro, R.A.; Ringuelet, J; Agrícola, S (2005). Fertilización nitrogenada y rendimiento en orégano (*Origanum x applii*) *Revista latinoamericana de ciencias de la agricultura*. Vol. 32, N°1, pags. 39-43.
- Bauzá, P (2012). Con “Don Bastías” Argentina empieza a nombrar su orégano. Recuperado el 13 de diciembre de 2017, de <https://bit.ly/2KDo39h>
- Bello A., López-Pérez J.A. y García-Alvarez A. (2003). Biofumigación en agricultura extensiva de regadío. Fundación Ruralcaja Alicante. pp, 341-379.
- Bendeck Lugo, M. (2016). Parámetros de calidad de un compost. AGRILAB. Bogotá, Colombia. Recuperado el 20 de Noviembre de 2018 de: <https://bit.ly/31qyMrB>.
- Benelli G; Bedini S; Flamini G; Cosci F; Cioni P; Amira S; Benchikh F; Laouer H; Di Giuseppe G; Conti B.(2015) Mediterranean essential oils as effective weapons against the West Nile vector *Culex pipiens* and the *Echinostoma* intermediate host *Physella acuta*: what happens around? An acute toxicity survey on non-target mayflies. *Parasitol* Doi: 10.1007/s00436-014-4267-0. Epub 2015 Jan 8. PMID: 25563605.

- Berzins, M. L. (2011). Evaluación de rendimiento de cuatro tipos de orégano (*Origanum vulgare L.*) en el Alto Valle de Río Negro. . Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Buenos Aires, Argentina. Resumen 465. Pág 136.
- Binda, S.A.; Castiñeiras, J.E.; Machlin, N.J.I. y Miserendino, E. (2008). Evaluación del rendimiento de variedades de orégano (*Origanun vulgare*) en El Maitén (Chubut, 42° 03" 41" S). Libro de resúmenes de Aromáticas, Cultivos Protegidos y Floricultura - XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata, Argentina. Resumen 394. Pág 126.
- Bollini, J ;Mazzola, J. (2018). Evaluación y caracterización de distintos ecotipos de orégano en 25 de Mayo, La Pampa. Semiárida, 26(1). Recuperado de <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/semiarida/article/view/2342>
- Bruneton, J.(2001). Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas medicinales. 2ª Ed. Zaragoza. Acribia S.A, 1100 pp., ISBN: 84-200-0956-3.
- Bucciarelli, A; Jouglard,E; Lloret,R ; Moreno,M ; Rubio,A. (2014). Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen vegetal con aplicación Farmacéutica. Editorial de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Capistrán F, Aranda E, Romero JC (2001) Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. 150 pp.
- Castillo JD (1999) Efecto de la vermicomposta y efluente en la producción de flor de corte de crisantemo (*Dendranthema grandiflora T.*) cv. Bounty. Tesis. Universidad Autonoma Chapingo. México. 67 pp.

- Chávez Porras, Álvaro, & Rodríguez González, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Academia Y Virtualidad*, 9(2), 90-107. <https://doi.org/10.18359/ravi.2004>
- Chiej, Roberto (1982). *Guía de plantas medicinales*. Editorial Grijalbo. Barcelona, España. 456 pp
- Christensen, C. M.; Kaufmann, H. H (1974). Microflora. In: Christensen, C. M. *Storage of cereal grain and their products*. St. Paul: American Association of Cereal Chemists.p.158-192.
- Código Alimentario Argentino (1995). CAA- Capítulo XVI. Recuperado el 8 de septiembre de 2017, de http://www.comodoro.gov.ar/wp-content/uploads/alimentos/caa/CAPITULO_XVI.pdf
- Combariza, M. y otros (2005). Limonene concentration in lemon (*Citrus volkameriana*) peel oil as a function of ripeness, *Journal of High Resolution Chromatography*, 17(9), 643 –646.
- Crapiste, G.H. & Rotstein, E. (1997). Design and performance evaluation of dryers. In *Handbook of Food Engineering Practice*, Eds. E. Rotstein, K.J. Valentas, R.P. Singh, CRC Press, USA.
- Curioni, A. (2015). Apunte de cátedra: Curso de posgrado Complejo de cultivos aromáticos y medicinales: Técnicas de procesado y obtención de materias primas. Principios activos y control de calidad. Escuela de posgrado del Departamento de Agronomía. Universidad Nacional de Luján.
- Delgado Páez, P (2010). Evaluación del uso de abonos orgánicos comerciales y preparados localmente en tomillo (*Thymus vulgaris*) y orégano (*Origanum vulgare*) en Cajicá, Cundinamarca, Colombia. Tesis de grado no publicada, Universidad Militar de Nueva Granada, Facultad de Ciencias Básicas. Bogotá. Colombia.

- Di Fabio, A. (2000). Perspectivas de Producción de plantas aromáticas y medicinales en Latinoamérica. Conferencia. En: XXIII Congreso Argentino X Latinoamericano III Congreso Iberoamericano de Horticultura. Mendoza, Argentina.
- Doucet, M.E., P. Lax, P.A. Tolocka y P.J. Bima (2008). Reconocimiento de nematodos fitófagos en cultivos de orégano de Córdoba y Mendoza (Argentina). Libro de resúmenes de Aromáticas, Cultivos Protegidos y Floricultura - XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata, Argentina. Resumen 404. Pág 128.
- Droguet, M, Gutierrez, MC (2002). La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: identificación de compuestos causantes de mal olor. Boletín intexter N 122. Universitat Politecnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Economakis, C.; Fournaraki, C. (1993). Growth and nutrient uptake of *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* in solution culture. Acta Horticulturae 331:345-350.
- FAO (1999). Codex alimentarius. Recuperado el 16 de Septiembre de 2016 de: http://www.fao.org/ag/agn/cdfruits_es/others/docs/cac-rcp1-1969.pdf. 80pp.
- FAO (2013). Manual de copostaje del agricultor: experiencias en América Latina. Recuperado el 4 de diciembre de 2019, de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Farías, G.; Brutti, O.; Grau, R.; Di Leo Lira, P.; Retta, D.; van Baren, C.; Vento, S. y Bandoni, A.L. (2010). Descriptores de caracterización y productividad de cuatro clones de *Origanum sp.* (Lamiaceae) del Banco de Germoplasma del Litoral Argentino. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario, Argentina. Resumen 420. Pág 132.
- Farmacopea europea (2011). European Pharmacopoeia 7.0 Volumes 1 and 2 Set 7th Edition. Council of Europe. Strasbourg. 5119pp.

- FCA-UNER (2016). Material de Cátedra: “Tecnología de tierras y aguas I- Calidad química del agua”. Cátedra de Hidrología y Riego. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Entre Ríos. Recuperado el 10 de Abril de 2018 de: <https://bit.ly/2GMykdV>. Ferruzi C (1987) Manual de Lombricultura. Mundi-Prensa. Madrid, España. 155p.
- Flórez Serrano, J. (2009). Agricultura Ecológica. Ed. Mundi- Prensa. Madrid, España. 395 pp.
- Font Quer, P. (1985). Plantas medicinales. El Dioscórides renovado. Ed. Labor, S.A. Barcelona (España). 1318pp.
- Gallardo, K (2013). Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana. Tesis de maestría no publicada, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica. Lima. Perú.
- Gil, A; Paunero, I.E.; Huarte, A; van Baren, C. (2009). Comportamiento productivo de tres genotipos de orégano cultivados en la localidad de San Pedro: materia seca y aceite esencial. INTA Ediciones. Recuperado el 14 de agosto de 2019 en: <https://bit.ly/2OnYVIG>.
- Granval N., Picca C. y Lucero L. (2012). Ensayo preliminar del efecto de *Tagetes mendocina* sobre el nivel poblacional de *Meloidogyne sp.* Boletín informativo Julio 2012. Rama Caída, Mendoza. Ediciones INTA. Recuperado el 25 de Abril de 2020 de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_boletn_julio_2012.pdf
- Gros, A. y Domínguez, A. (1986). Abonos, Guía Práctica de la Fertilización. 8ª ed. Mundi Prensa. Madrid. 460pp.
- Herbotecnia (2015). Secado de hierbas aromáticas y medicinales. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018 de: <http://www.herbotecnia.com.ar/poscosecha-secadoMaquinas.htm>

- Hirzel, J. y Salazar, F. (2011). Uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilización en cultivos. In Técnicas de conservación de suelos, agua y vegetación en territorios degradados. Recuperado el 6 de Marzo de 2022 de: http://biblioteca.inia.cl/medios/raihuen/Descargas/cap_05_enmiendas_organicas.pdf
- Huerta, C (2014). Orégano mexicano, oro vegetal. Recuperado el 4 de enero de 2018 de <http://www.maph49.galeon.com/biodiv2/oregano.html>.
- Huerta, O; López, M; Soliva, M; Zaloña, M. (2008). COMPOSTAJE DE RESIDUOS MUNICIPALES: Control del proceso, rendimiento y calidad del producto. Recuperado el 23 de Agosto de 2019 de <http://www.resol.com.br/cartilhas/compostaje.pdf>.
- IFOAM (2020). Into the future: consolidated anual report of IFOAM- Organics international. Recuperado el 15 de Mayo de 2021 de <https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2021-06/Annual%20Report%202020.pdf>
- Infostat (2016). Software estadístico de aplicación general bajo plataforma Windows. FCA- UNC. Ciudad de Córdoba. Argentina.
- INIA (2019). Manual para Municipios y Comunas: compostaje domiciliario. Recuperado el 4 de enero de 2020, de <https://www.inti.gob.ar/areas/asistencia-regional/centro/cordoba/publicaciones>
- Karamanos, A y Sotiropoulou, D (2013). Field studies of nitrogen application on Greek oregano (*Origanum vulgare ssp. hirtium* (Link) Ietswaart) essential oil during two cultivation seasons. Industrial Crops and Products 46. 246-252. Atenas, Grecia.
- Labrador MJ (1996) La materia orgánica en los agroecosistemas. Mundi-Prensa. Madrid, España. 174 pp.
- Labrador Moreno J.; Porcuna J.L.; Reyes Pablos J.L.,(2006). Conocimientos,

técnicas y productos para la agricultura y la ganadería. Ecológica. Ed. Juana Labrador More-no, Valencia, España. 423 pp.

- Lipinski, V.M.; Bauzá, P.; Baglio, C.; Vignoni, L.; Amadio, C.; Gaviola, S. y Bastias, J.F. (2010). Rendimiento y calidad de orégano cultivado con riego por goteo. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario, Argentina. Resumen 419. Pág 132.
- Madsen, H. & Bertelsen, G. (1995), Spices as antioxidants, Trends in food science & technology, 6(8), 271-277.
- Mancini, E., Camele, I., Elshafie, H. S., De Martino, L., Pellegrino, C., Grulova, D., & De Feo, V. (2014). Chemical Composition and Biological Activity of the Essential Oil of *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* from Different Areas in the Southern Apennines (Italy). Chemistry & Biodiversity, 11(4), 639-651.
- Ministerio de Salud y Ambiente de la República Argentina (2005). ENGIRSU: Estrategia Nacional para la Gestión Residuos Sólidos Urbanos. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Recuperado el 23 de Mayo de 2019 de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/engirsu_-2005.pdf
- Mondino E.A. (2006). Alternativas al uso del bromuro de metilo en el control de nematodos fitófagos. Ediciones del INTA, en el marco del Proyecto Tierra Sana MP/ARG/00/033. 41 pp.
- Morales, M. y Suárez, D. (2009). Evaluación de la fertilidad de un andisol en Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia) para el cultivo de Romero (*Rosmarinus officinalis*) y orégano (*Origanum vulgare*). Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. 118 p.
- Moreno Rojo, C. (2008). Apunte de cátedra: Procesos agroindustriales, VIII Ciclo de estudios de la especialidad de ing. Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.
- Mormeneo, I. (2003) Clasificación climática de Bahía Blanca. Recuperado el 18 de Octubre de 2017 de

<http://agrometeorologia.criba.edu.ar/Downloads/Climatic.pdf>

- Olivero-Verbel, J.y otros (2010). Chemical composition and antioxidant activity of essential oils isolated from Colombian plants, *Rev. bras.farmacogn.*, 20(4), 568-574.
- Omer, E.A., 1999. Response of wild Egyptian oregano to nitrogen fertilization in a sandy soil. *J. Plant Nutr.* 22, 103–114.
- Orell, R y Martinez, I. (2010). Evaluación de cuatro tipos de orégano (*Origanum vulgare L.*) en Campo Demostrativo Encalilla, Valles Calchaquíes, Tucumán. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario, Argentina. Resumen 406. Pág 129
- Oztürk M, Tel G, Duru ME, Harmandar M, Topçu G. (2009) The effect of temperature on the essential oil components of *Salvia potentillifolia* obtained by various methods. *Nat Prod Commun.* PMID: 19731615.
- Panigatti, JL. (2010). Argentina 200 años, 200 suelos. Ediciones INTA Buenos Aires. 345 pp.
- Panonto S ;Bastías J; Potaschner, P; Baglio, C; Bauzá, P (2011). Análisis de propuestas económicas en función de dos ecotipos de orégano. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Buenos Aires, Argentina. Resumen 428. Pág 126.
- Paoloni, J (2010). Ambiente y recursos naturales del partido de Bahía Blanca: clima, geomorfología, suelos y aguas. EdiUNS. Bahía Blanca. 235 pp.
- Pellejero, G; Miglierina, A; Martinez, R (2013). Compostaje de residuo de cebolla (*Allium cepa L.*) generado en la planta de empaque y su aplicación agronómica en el valle inferior del río Negro. Tesis para optar al grado de Dr. en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Recuperado el 14 de julio de 2018, de <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2733>.

- Pérez, M. y Pedraza, A. (2010). Extracción de nutrientes de tomillo, romero y orégano en un andisol de Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias. Biología Aplicada. Aportes proyecto cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural “Desarrollo de un esquema de fertilización orgánica de tomillo, orégano y romero en suelos de Zipaquirá, Cogua y Nemocón (Cundinamarca – MADR 041-2007v6189- 152-07”. Colombia.
- Potaschner, P. y Bauzá, P.(2010). Evaluación económica de producción primaria de orégano en la Provincia de Mendoza. Temporada 2010. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario, Argentina. Resumen 395. Pág 126.
- Poulouse, A.J., Croteau, R., (1978). Biosynthesis of aromatic monoterpenes. Conversion of -terpinene to p-cymene and thymol in *Thymus vulgaris* L. Arch. Biochem. Biophys. 187, 307–314.
- Real Farmacopea Española (2002).2ª Ed. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo. 714 pp.
- Reis, M. S.; Mariot, A.; Steenbock, W.(2003) Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: Simões, C. M. O. Farmacognosia: Da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/ UFSC. p.3-74.
- Rodríguez R.A., Ayastuy M.E., Miglierina A.M., Lobartini J.C. y Teruel E. (2011). Evaluación de la persistencia de métodos de control de nematodos fitoparásitos en el sur bonaerense. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Buenos Aires, Argentina. Resumen 210. Pág 70.
- Rodríguez R.A.; Ayastuy M.E., Miglierina A.M. y Caro L. (2009). Control de nematodos mediante solarización y biofumigación en cultivos hortícolas en el sur bonaerense. Libro de resúmenes de Horticultura - XXXII Congreso

Argentino de Horticultura. Salta, Argentina. Resumen 169. Pág 91.

- Rodríguez, R.A.; Ayastuy, M.E.; Miglierina, A.M. y Lobartini, J.C. (2010). Control de nematodos fitoparásitos mediante métodos orgánicos en el sur bonaerense. Libro de resúmenes de Horticultura - XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario, Argentina. Resumen 141. Pág 61.
- Rouquaud, Elena; Videla, María Eugenia (2001) Identificación de orégano mediante caracteres anatómicos foliares: En: Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Vol. 33, no 2, p. 97-104.
- Sánchez Hernández, Rufo, Ordaz Chaparro, Víctor M, Benedicto Valdés, Gerardo Sergio, Hidalgo Moreno, Claudia I, & Palma López, David J. (2005). Cambios en las propiedades físicas de un suelo arcilloso por aportes de lombricomposto de cachaza y estiércol. *Interciencia*, 30(12), 775-779. Recuperado el 28 de agosto de 2018, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442005001200010&lng=es&tlng=es.
- Santamaría-Romero S, Ferrera-Cerrato R (2002) Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos. *Terra* 20: 303-310.
- Saravia Drago, (2018). El ANOVA doble. Recuperado el 20 de Diciembre de 2018 de <https://bit.ly/3b0Bw3k>.
- Sarer, E., Scheffler, J., & Baerheim, S. (1982). Monoterpenes of the essential oil of *Origanum majorana*. *Planta Medica*, 46, 236–239.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). (2012). Situación de la Producción Orgánica en Argentina durante el año 2011, 37 pp. Recuperado el 16 de Octubre de 2017 de <https://bit.ly/3ntrqk9>
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). (2021). Situación de la Producción Orgánica en Argentina durante el año 2020, 40 pp.

Recuperado el 23 de Junio de 2021 de <https://bit.ly/3E9Nned>

- Sosa, O. (2009). Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas. UNR. 5 pp.
- Soto, G y otros. (2003). Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Memorias del taller. Turrialba, Costa Rica. Recuperado el 15 de Noviembre de 2018 de <http://www.fao.org/3/a-at738s.pdf>
- Stashenko, E. y otros (2010). *Lippia origanoides* chemotype differentiation based on essential oil GC-MS and principal component analysis, J. Sep. Sci., 33(1), 93–103.
- Suárez, D.A. (2003). Orégano en el Valle de Traslasierra. Evaluación de siete ecotipos. Boletín electrónico OT Villa Dolores. Boletín N° 6. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. San Luis. Argentina.
- Teles A, Rosa T, Mouchrek A, Abreu-Silva A, Calabrese K, Almeida-Souza F. (2019) *Cinnamomum zeylanicum*, *Origanum vulgare*, and *Curcuma longa* Essential Oils: Chemical Composition, Antimicrobial and Antileishmanial Activity. Evid Based Complement Alternat Med. Doi: 10.1155/2019/2421695. PMID: 30766611; PMCID: PMC6350612.
- Tolocka, P.A.; Doucet, M.E.; Lax, P. y Bima, P.J. (2009). Reacción del orégano “Mendocino” (*Origanum x majoricum*) frente a una población del género *Meloidogyne* en Argentina. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura – XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Salta, Argentina. Resumen 363. Pág 141.
- Torres, L. (2011). Caracterización y evaluación de genotipos de orégano cultivados en las principales zonas productoras de Argentina. Tesis para optar al grado de Dr. en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina.

- Torres, L; Chaves, A.G.; Bustos, J.A.; Ocaño, S.; Brunetti,P.; Massuh, Y.; Castillo, N. y Ojeda, M.S (2012). Comportamiento agronómico de los clones de orégano“Compacto” y “Criollo” sembrados en dos ambientes diferentes. Revista de difusión científico-tecnológica Nexo Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UN Córdoba. Vol. 1 N°1. 17pp.
- Trinidad, A (1987). El uso de los abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie Cuadernos de Edafología 10. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. México
- Ullé, J. (2013). Bases tecnológicas de sistemas de producción agroecológicos. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. 202 pp.
- Urbano Terrón, P. (2002). Fitotecnia. Ed. Mundi- Prensa. Madrid 528 pp
- Vargas, M. (2009). Evaluación de la fertilidad de un andisol en Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia) para el cultivo de Tomillo (*Thymus vulgaris*). Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. 68 pp.
- Willer, H.; Yussefi-Menzler, M. y Sorensen, N. (2012). The World of Organic Agriculture – Statistic and emerging trends 2010. Earthscan, London.
- World Health Organization. (2000). General Guidelines for Methodologies on Research and Evaluation of Traditional Medicine. Geneva. 80pp.
- Xifreda,C.(1983). Sobre oréganos cultivados en Argentina. Kurtziana 16: 133-148.

7. Anexo 1

7.1. Fotografías



Imagen 1. Recepción de plantines destinados al ensayo. Septiembre 2014. Archivo personal.



Imagen 2. Acondicionamiento pre-plantación del lote. Octubre 2014. Archivo personal.



Imagen 3. Plantación. Octubre 2014. Archivo personal.



Imagen 4. Disposición inicial del ensayo. Octubre 2014. Archivo personal.



Imagen 5. Vista general del ensayo a 10 días del primer corte del orégano Mendocino. Diciembre 2014. Archivo personal.



Imagen 6. Primer corte orégano cv. Don Bastías. Enero 2015. Archivo personal.



Imagen 7. Secado natural del material recolectado en invernadero sombreado. Enero 2015. Archivo personal.



Imagen 8. Vista general del esnayo. Etapa vegetativa año 2. Octubre 2015. Archivo personal.



Imagen 9. Rebrote y desarrollo año 2. Plantas más altas y erguidas: Don Bastías. Plantas más achaparradas: Mendocino. Noviembre 2015. Archivo personal.



Imagen 10. Avance de cosecha ecotipo Mendocino. Diciembre 2015. Archivo personal.



Imagen 11. Estado fenológico orégano cv. Don Bastias al momento de su segundo corte. Diciembre 2015. Archivo personal.



Imagen 12. Proceso de despallado manual. Marzo 2015. Archivo personal.



Imagen 13. Material acondicionado listo para destilar. Junio 2016. Archivo personal.



Imagen 14. Columna obtenida a partir de una muestra destilada. Agosto 2016. Archivo personal.