

## **TRABAJO FINAL DE INTENSIFICACIÓN**

**Evaluación de dos materiales de orégano europeo (*Origanum vulgare*), romero (*Rosmarinus officinalis*), ajeno (*Artemisia absinthium*) y melisa (*Melissa officinalis*), en el marco de la Red de cultivos aromáticos del sudoeste bonaerense. Sitio Cabildo. Ciclo 2018-2019.**



Alumno: Orte, Tomas.

Director: Ing. Agr. Mg. Belladonna, Damián

Consejero: Dr. Rodriguez Roberto, Dr. Espósito Martín.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

**Diciembre 2022**

## AGRADECIMIENTOS

Quiero empezar agradeciendo a mis viejos, que me formaron como persona. Sin ellos no habría llegado hasta acá.

A Eve, mi compañera, por bancarme en las malas y estar ahí en las buenas.

A los amigos y compañeros, sobre a todo a Mica, compañera de estudio y amiga.

A dami, cuando empezamos éramos profesor – alumno y hoy somos amigos. El sistema educativo necesita de más personas como él.

A Roberto y Martin por el apoyo para terminar el trabajo final.

A la UNS y al departamento de agronomía, pase una de las etapas más lindas de mi vida en este predio.

Al CEA, sin mi paso por el centro de estudiantes seguramente habría bajado los brazos en más de una oportunidad.

A la educación pública y todos los maestros, profesores y ayudantes que me formaron como profesional. Es un orgullo que en mi país exista la educación pública a la que todo argentino y/o persona que habite en el territorio argentino tenga acceso.

Cabe destacar el apoyo de la Cooperativa Obrera Ltda. que no solo nos permitió realizar la experiencia en sus instalaciones, sino que también dedicaron tiempo, esfuerzo y recursos para ayudarnos a que todo salga bien. Gracias también por los almuerzos.

# **TABLA DE CONTENIDOS**

INTRODUCCION	1
<b>Situación actual en Argentina</b>	<b>1</b>
<b>Comercio internacional</b>	<b>1</b>
<b>Perspectivas</b>	<b>2</b>
<b>Especies aromáticas más relevantes en nuestro país:</b>	<b>2</b>
Orégano ( <i>Origanum vulgare</i> )	2
Caracteres botánicos	2
Uso y propiedades	3
Clima y Suelo	4
Composición química	4
Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	6
Características botánicas	6
Uso y propiedades	6
Clima y suelo	6
Composición química	7
Melisa ( <i>Melissa officinalis</i> )	8
Características botánicas	8
Usos y propiedades	8
Clima y suelo	9
Cosecha, secado y conservación	9
Composición química	9
Ajenjo ( <i>Artemisia absinthium</i> )	10
Características botánicas	10
Clima y suelo	11
Usos y propiedades	11
Composición química	12
<b>Manejo del cultivo de especies aromáticas – medicinales</b>	<b>12</b>
Preparación del suelo y fertilización:	12
Plantación y mantenimiento:	12
Orégano:	13
Romero:	13
Melisa:	13
Ajenjo:	13
Cosecha:	14
Orégano:	14
Romero:	14
Melisa:	14
Ajenjo:	14
Procesado post cosecha	14
Aceites esenciales	15
Destilación y obtención de aceite esencial	16
<b>Utilización y manejo de aguas residuales:</b>	<b>17</b>
Reciclaje de agua	17
Tratamiento de aguas en Argentina	17
Tratamiento de efluentes líquidos en el Frigorífico	18

1-Tratamiento Físico:	18
2-Tratamiento Biológico:	19
3- Cloración:	19
<b>OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
<b>Objetivo general</b>	<b>21</b>
<b>Objetivos específicos</b>	<b>21</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>22</b>
<b>Características del sitio</b>	<b>22</b>
<b>Preparación del suelo:</b>	<b>22</b>
<b>Disposición de plantas</b>	<b>23</b>
<b>Riego y Fertilización</b>	<b>23</b>
Sistema de riego:	23
Frecuencia de riego:	23
Fertilización:	23
<b>Rendimiento</b>	<b>23</b>
<b>Fenología y crecimiento</b>	<b>24</b>
Fenología:	24
Crecimiento:	24
<b>Aceites esenciales</b>	<b>24</b>
Análisis de aceites esenciales:	25
<b>Agua y suelo</b>	<b>25</b>
<b>Determinación de requerimientos hídricos para los cultivos</b>	<b>26</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>27</b>
<b>Análisis de agua utilizada para riego</b>	<b>27</b>
<b>Análisis de suelo de la parcela</b>	<b>28</b>
<b>Seguimiento fenológico de los cultivos</b>	<b>29</b>
Oréganos:	29
Estado vegetativo:	30
Inicio rama floral:	30
Melisa, romero y ajeno:	31
<b>Crecimiento</b>	<b>33</b>
<i>Orégano Don bastias:</i>	33
<i>Orégano Alpa sumaj:</i>	33
Melisa:	33
Romero:	33

Ajenjo:	34
<b>Rendimiento</b>	<b>34</b>
Oréganos:	34
Melisa:	35
Romero:	35
Ajenjo:	36
<b>Aceites esenciales: rendimiento y caracterización química</b>	<b>37</b>
Orégano:	37
<i>Don bastias:</i>	37
<i>Alpa sumaj:</i>	38
Romero:	39
Melisa:	40
Ajenjo:	41
<b>Estimación del requerimiento hídrico de los cultivos</b>	<b>43</b>
Orégano:	43
Romero:	45
Melisa:	46
Ajenjo:	48
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO</b>	<b>56</b>
BIORGANUTSA:	56
WORMS TEA:	56

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la adaptación fenológica y productiva de distintas especies del complejo de aromáticas y medicinales a las condiciones agroecológicas de la localidad de Cabildo, partido de Bahía Blanca. Se evaluaron parámetros de crecimiento, desarrollo, rendimiento comercial y composición química de los aceites esenciales.

Entre las especies más relevantes de aromáticas en nuestro país, son cuatro las utilizadas en este ensayo: orégano europeo (*Origanum vulgare*) con participación de dos cultivares: cv. Don bastias (*O. vulgare* spp. *vulgare*) y cv. Alpa sumaj (*O. vulgare* ssp. *hirtum*). También fueron evaluadas las especies: romero (*Rosmarinus officinalis*), ajeno (*Artemisia absinthium*) y melisa (*Melissa officinalis*).

El ensayo se llevó a cabo en el espacio interfilar de un monte demostrativo de olivos (*Olea europea*) que posee la Cooperativa Obrera Ltda. en el predio del Frigorífico Cabildo, ubicado en la localidad homónima. El agua utilizada para el riego de los cultivos provino de aguas residuales de dicha industria, cumpliendo con los tratamientos indicados en la legislación vigente.

En el año 2018 se comenzó este estudio que forma parte de una red de ensayos de aromáticas en diferentes localidades del sudoeste bonaerense que fueron desarrollados con un proyecto de vinculación tecnológica de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) denominado "Universidades Agregando Valor". Integrado por la Universidad Nacional del Sur, el INTA y Escuelas Agropecuarias de la región, con la finalidad de promover la generación de conocimientos de estos cultivos frente a las condiciones locales y la adopción de especies aromáticas y medicinales como una alternativa a las producciones tradicionales.

La adaptación de los distintos materiales probados fue aceptable, sin presencia de plagas o enfermedades que limiten la implantación, pero con diferencias en el desarrollo de las distintas especies. Respecto a los oréganos, el cv. Alpa Sumaj mostró capacidad para refloreecer rápidamente, lo que permitió tres cosechas en el año de implantación, considerándose muy bueno. La melisa por su parte evidenció también valores muy buenos de crecimiento y rendimiento para la zona, superando valores citados en bibliografía. El ajeno y el romero tuvieron un desarrollo acorde a lo esperado con cosechas normales para el año de implantación, y excelente calidad del material obtenido.

Por último, todos los materiales evaluados respondieron positivamente y sin limitantes a su cultivo bajo riego con aguas residuales de la industria frigorífica, sin afectar parámetros de crecimiento y desarrollo ni calidad.

## INTRODUCCION

Denominamos plantas aromáticas a todas las especies vegetales cuya importancia radica en poseer un aroma y/o sabor que la hace útil. Esta propiedad está dada por componentes o fracciones volátiles que químicamente se denominan esencias o aceites esenciales. Los principios activos especificados anteriormente se pueden encontrar en: hojas, tallos, bulbos, rizomas, raíces, flores, semillas y frutos (INTA, 2012).

La historia del hombre está estrechamente ligada con las plantas medicinales y aromáticas. Antes de conocer el fuego y domesticar a los animales, su subsistencia dependía en gran parte de las hierbas, los frutos, la miel y los jugos que extraía de las plantas. En el periodo neolítico, el hombre se vuelve sedentario y aparece la agricultura, se cultivan granos y plantas, como el hinojo y el cilantro, las que se utilizaban como condimentos (Fretes, 2010).

Los griegos usaban plantas aromáticas en su medicina y las incorporaron a su mitología tejiendo leyendas, como la de Dafne convertida en laurel y la de la hechicera Medea y sus encantamientos a base de plantas aromáticas. Homero menciona en su Odisea jardines compuestos de plantas aromáticas y especias (Fretes, 2010).

En la actualidad se estima que alrededor del 80% de la población mundial recurre a la medicina tradicional herbolaria para la atención primaria de la salud. Es reconocido que las plantas medicinales y aromáticas constituyen un mercado cada vez más promisorio para los países iberoamericanos, en parte por el surgimiento en el ámbito mundial del “consumo verde”, que reconoce la unidad del hombre con la naturaleza y busca fuentes terapéuticas en ésta; y, en gran medida por la necesidad creciente de recuperar nuestras raíces, nuestra cultura y nuestra identidad (Fretes, 2010).

### **Situación actual en Argentina**

El cultivo de plantas aromáticas se realiza en distintas regiones del país. El NOA con cultivos de comino, anís y pimienta para pimentón; la región pampeana donde se cultivan las principales especies de exportación manzanilla, coriandro y perejil deshidratado; la región de Cuyo y la zona serrana de la provincia de Córdoba con el cultivo del orégano, mentas y romero, entre otras; la región patagónica pedemontana donde se da muy bien el lúpulo y, por último, el NEA con el cultivo de citronela como su principal representante (Paunero, 2017).

### **Comercio internacional**

El comercio internacional de productos aromáticos tiene un importante y constante crecimiento desde los años 70, el cual depende del crecimiento de la población mundial, mostrando una relación de crecimiento de dos a tres veces más al crecimiento poblacional. Para el año 2003 se estimó un comercio a nivel mundial de 650.000 toneladas anuales de estas especies (Arizio y Curioni, 2003).

La participación de Argentina en los mercados externos es inferior al 0,5 % tanto del mercado mundial de exportaciones como de importaciones. En el último decenio el volumen de exportación del sector creció en forma sostenida año a año, alcanzando en

2016 las 10.960 toneladas exportadas por un valor de 12 millones de dólares, representados fundamentalmente por el coriandro y la manzanilla como los principales productos comercializados (Paunero, 2017).

## **Perspectivas**

En el sudoeste bonaerense, la producción de aromáticas puede estar asociada a los montes de olivos para aprovechar los grandes espacios interfilares, sobre todo en los primeros años cuando todavía no es necesario el tránsito de maquinarias para la cosecha de las aceitunas.

Argentina produce materia prima de excelente calidad, pero actualmente se le está haciendo muy difícil competir en el mercado internacional por distintas causas. Algunas de estas fueron planteadas en la última reunión del consejo técnico del proyecto aromáticas del INTA:

- Alto costo de los fletes, ya que se trata de materias primas producidos en las economías regionales a grandes distancias del puerto.
- La alta incidencia del costo de la mano de obra, respecto a otros países competidores. Países como Vietnam e Indonesia que tienen costos de producción insignificantes, les permiten salir al mercado con precios muy bajos, pero con calidad regular. Un camino para mejorar la competitividad es la diferenciación y el valor agregado de la producción (Paunero, 2017).

## **Especies aromáticas más relevantes en nuestro país:**

### Orégano (*Origanum vulgare*)

Esta especie originaria de la zona de Turquía ha sido ampliamente difundida y es consumida y cultivada en diferentes latitudes en el mundo. En el mercado existen varios tipos, predominando el orégano europeo (*Origanum vulgare*) (Cameroni, 2013).

Dos aspectos fundamentales de la productividad del orégano (y de la mayoría de las especies aromáticas) son la producción de biomasa al momento de la cosecha y el contenido de aceite esencial presente en los tricomas de sus hojas y órganos florales, siendo la temperatura y el fotoperiodo los principales factores ambientales que determinan los aspectos antes mencionados (Davidencco, 2011).

### Caracteres botánicos

Es una especie herbácea, perenne, decidua, que puede alcanzar hasta un metro de altura. Produce flores que varían desde color blanco a púrpura y muestra brácteas en verano, las hojas son verdes a verde grisáceo y pueden ser vellosas o lisas (Cameroni, 2013).

El tallo es recto, alcanza entre 30 y 80 centímetros, cuadrado, ramificado en la parte más alta, totalmente cubierto de pelusilla blanca. Posee un rizoma rastrero. Las hojas brotan de dos en dos en cada nudo, enfrentadas, son enteras, ovaladas, acabadas en

punta, también se recubren de pelusilla por ambas caras y su longitud es de hasta 4 centímetros (figura n° 1). Poseen peciolo y aparecen cubiertas también de glándulas.

Las flores se disponen en verticilastros que forman espiguillas de hasta 3 centímetros; las flores son muy pequeñas (los pétalos no sobrepasan los 2 ó 3 milímetros de longitud), de color violeta rosado, rezuman unas gotitas de un líquido amarillento aromático. Están protegidas por bractéolas de hasta 5 milímetros, de contorno oval y color verdoso o purpúreo. Los cálices se presentan amarillentos y las corolas son bilabiadas de color blanco, rojizo o purpúreo. Toda la planta desprende un agradable y particular aroma. Su sabor, por el contrario, es amargo (Cameroni, 2013).



**Figura n° 1.** Detalle estructuras vegetativas y reproductivas del orégano. fuente: Köhler's Medicinal Plants, 1887

### **Uso y propiedades**

Sus hojas (tanto frescas como secas) se emplean como condimento en numerosas recetas culinarias por el excelente sabor que le confieren a las comidas (Albado et al., 2001).

Es una hierba muy beneficiosa para trastornos digestivos. Actúa como antiespasmódica (relaja los músculos intestinales aliviando el dolor) y carminativa (ayuda a la eliminación de gases). En los trastornos respiratorios actúa como expectorante (ayuda a eliminar la mucosidad) antiséptico y antiinflamatorio (INTA, 2003).

El aceite esencial de *O. vulgare* tiene actividad antiradicalaria y esta propiedad se les atribuye a los mono fenoles carvacrol y timol principales quimiotipos, cada una con

enzimas específicas que dirigen su biosíntesis (D'Antuono *et al.*, 2000; Deighton *et al.*, 1993).

### **Clima y Suelo**

En cuanto a sus requerimientos edáficos no es muy exigente, prosperando de manera adecuada en una amplia gama de suelos, prefiriendo suelos de muy buen drenaje de tipo franco a franco arenoso, ya que es muy sensible a la asfixia radicular. En cuanto al pH soporta suelos en un amplio rango de pH, siendo ideales condiciones de suelo levemente ácidos a neutros (Cameroni, 2013).

Respecto al clima es un cultivo de clima templado a templado cálido, siendo bastante tolerante a las heladas y las bajas temperaturas invernales, época durante la cual entra en dormancia, para rebrotar desde la base de la planta cuando las condiciones climáticas son favorables. En condiciones de alta temperatura y baja humedad relativa el cultivo se desarrolla de manera ideal. Condiciones de alta humedad y temperatura facilitan el desarrollo de problemas fúngicos (Cameroni, 2013). Requiere una dotación de agua de 400-600mm anuales (Fernández Pola, 2001).

### **Composición química**

Sobre la composición química del orégano, y sus aceites esenciales se han identificado flavonoides como la apigenina y la luteolina, agliconas, alcoholes alifáticos, compuestos terpénicos y derivados del fenilpropano (Arcila-Lozano *et al.*, 2004), también se han encontrado ácidos coumérico, ferúlico, caféico, r-hidroxibenzóico y vainillínico (D'Antuono *et al.*, 2000).

La subespecie *Oreganum vulgare ssp. hirtum* es la más estudiada, especialmente en relación con la composición y calidad de su aceite esencial, ya que este último tiene un importante valor comercial (Albado *et al.*, 2001; Arcila-Lozano *et al.*, 2004). En esta subespecie el rendimiento del aceite esencial en la hoja seca varía entre 2% y 6% (Deighton *et al.*, 1993). Este porcentaje se ve afectado por la altitud del lugar de cultivo (Carhuapoma, 2006), y por la época de recolección, siendo este más bajo en el otoño (Arcila-Lozano *et al.*, 2004).

En el aceite del orégano que crece en forma silvestre se ha observado que un incremento en los porcentajes de timol provoca una disminución en el contenido de carvacrol (Albado *et al.*, 2001). De igual manera, los hidrocarburos monoterpenoides, terpineno y r-cimeno están presentes de manera constante en los aceites esenciales del orégano, pero siempre en cantidades menores (Arcila-Lozano *et al.*, 2004).

Orégano Don Bastias ("*O. vulgare ssp. vulgare*"): Posee tallos de hasta 1 m de altura, postrados, con ramificaciones axilares breves y abundantes (más de 10 pares por tallo), hojas más de 20 pares por tallo. Las inflorescencias son cimas corimbiformes terminales, con flores reunidas en espículas globosas, cada flor protegida por una bráctea oblongo-elíptica, color rojo vinoso. Florece en verano (Rouquaud *et al.*, 2000).

Don Bastías se destaca por su crecimiento uniforme. Es una planta compacta (figura n° 2), de floración tardía y alto rendimiento de biomasa fresca y seca y buena tolerancia a condiciones ambientales adversas: características que lo posicionan en el mercado como un producto homogéneo y con calidad diferencial (Salamanco, 2016)



**Figura n° 2.** Orégano cv. Don Bastías- estado vegetativo y reproductivo. Fuente: propia.

Orégano Alpa sumaj (*O. vulgare* spp. *hirtum*): es resistente a nematodos, *Fusarium*, a enfermedades del suelo y al estrés hídrico. Esta variedad monoclonal de orégano tiene porte erecto y floración media (figura n° 3). En esta variedad se destaca la presencia de coloración antocianica, violácea o amarronada en tallos, hojas y brácteas; sin embargo, sometida a las prácticas de cosecha y poscosecha adecuadas, es posible lograr un producto visualmente agradable al consumidor (Salamanco, 2016).



**Figura n° 3.** Orégano cv. Alpa Sumaj- estado vegetativo y reproductivo. Fuente: propia.

## Romero (*Rosmarinus officinalis*)

### Características botánicas

Arbusto perennifolio, aromático, de hasta 2 m de altura, con ramas marrones, erectas, raramente procumbentes. Las hojas, son lineares, coriáceas, con márgenes revolutos; el haz verde brillante y rugoso; envés cubierto por tomento blanco (figura n° 4).



**Figura n° 4.** detalle planta de romero y sus estructuras. Fuente: Köhler's Medicinal Plants, 1887.

Los pedúnculos y pedicelos son estrellado-tomentosos. Las flores están dispuestas en verticilastros axilares, paucifloros. Cáliz verde o púrpura y esparcidamente tomentoso, es subglabro y con los nervios marcados. Corola es de color azul pálido, raramente blanca o rosa. Androceo formado por 2 estambres fértiles distintamente exertos, paralelos. Estilo alargado, simple. Florece durante todo el año (Muñoz-Centeno, 2002). Las personas que tienen colmenares se benefician con su largo período de floración, pues es una planta muy visitada y apetecida por las abejas (INTA, 2003).

### Uso y propiedades

Se la utiliza para aromatizar y condimentar asados, pollos y cordero al horno, guisos y preparación de pescados. Se usan las hojas con las que se preparan en infusiones para afecciones digestivas, del hígado y como tónico general del organismo. Aplicado externamente como compresa o pomada es un buen cicatrizante y antiséptico, evita que se produzcan infecciones (INTA, 2003).

### Clima y suelo

Es una especie termófila que requiere un clima templado, templado-cálido. Vive en cualquier tipo de suelo, aunque prefiere los calcáreos. Originario de la zona

mediterránea se encuentra sobre todo en el sur de Europa, norte de África y suroeste de Asia. El romero se adapta a diversos tipos de suelo, en los fértiles la planta es vigorosa, pero poco aromática, a diferencia de los que crecen en suelos arenosos y pedregosos. El pH del terreno influye en la composición cualitativa del aceite esencial, en los básicos tiene un elevado contenido en alcanfor, mientras que, en los ácidos el aceite posee una elevada cantidad de eucaliptol y terpineol (D'andrea 1998). Se desarrolla bien con una provisión de agua entre 260-600mm anuales (Fernández Pola, 2001).



**Figura n° 5.** Romero en estado vegetativo. Fuente: propia

### **Composición química**

Los componentes principales del aceite esencial son: alcanfor, 1,8-cineol, apineno y otros monoterpenos como borneol, b-pineno, limoneno y p-cimeno. También encontramos lactonas sesquiterpénicas (carnosol, rosmanol, epirosmanol, isorosmanol, 7-metoxirosmanol, rosmadial); ácidos triterpénicos (ácido ursólico, ácido betulínico); alcoholes triterpénicos (a y b-amirina, betulina); ácidos fenólicos (cafeico, clorogénico, rosmarínico); flavonoides (luteolina, apigenina, genkwanina, diosmetina, hispidulina, 5-hidroxi-7, 4'-dimetoxi-flavona, cirsimaritina) y los correspondientes heterósidos (Cañagueral, 1987; Rossi, 1993).

## Melisa (Melissa officinalis)

### Características botánicas

Es una especie herbácea perenne de unos 80 cm de altura. Los tallos son cuadrangulares, erectos y anuales. Las hojas son opuestas, de color verde oscuro en su cara superior y por el envés algo más pálidos, claramente pecioladas y con el limbo oval y dentado. Las flores son de color blanco-rosado, de aproximadamente 1 cm y se reúnen en inflorescencias en la axila de las hojas. Los frutos son aquenios largos, ovalados, pardos y lisos (Figura n° 6). Toda la planta tiene un agradable aroma y sabor que recuerda al limón (Allahverdiyev *et al.*, 2004).



**Figura n° 6.** Detalle planta de *Melissa officinalis* y sus estructuras. FUENTE: Köhler–s Medizinal-Pflanzen, 1887

### Usos y propiedades

La planta está muy difundida en el campo de la medicina y la farmacia, su uso está aprobado por la Comisión Revisora de Productos Farmacéuticos principalmente por sus propiedades carminativas, sedantes, estimulantes y antiespasmódicas, es por esto que sus hojas, tallos y flores son usados para tratar estados depresivos y nerviosos, insomnio, dolor de cabeza, trastornos de la menopausia y afecciones cardíacas; además es considerada de utilidad en malestares estomacales y en problemas respiratorios (tos y bronquitis). Estudios en laboratorio y sobre animales de experimentación han mostrado para la melisa propiedades antivirales y antibacterianas. También se ha probado su actividad antiespasmódica, antiinflamatoria, antioxidante y antiulcerosa (Suárez Cruz, 2007).

Se comercializa la hoja seca entera (para infusión, en bolsitas filtro, bolsas o cajas de cartón) o pulverizada (formando parte de comprimidos, cápsulas o elixires) para usos farmacológicos. También se comercializa el extracto (compuestos fluidos en

dosificadores de gotas, grageas, comprimidos, cápsulas o infusiones instantáneas) y como aceite esencial. Como alimento, se acondiciona como hierba fresca en manojos (en bolsas o bandejas de plástico) y como hoja seca (en infusiones alimenticias) (Fanlo *et al.*, 2009).

En el sector culinario es empleada para aromatizar vinagres de hierbas, salsas, vinos y también es usada para la fabricación de licores (Chartreuse, Benedictine, Herbes de Mallorca, etc.), además, sus hojas frescas se pueden utilizar para aromatizar ensaladas, sopas, salsas, postres y confituras. Por sus propiedades aromáticas, el aceite esencial extraído de las sumidades con flores es valorado en la industria cosmética para la producción de jabones, cosméticos y lociones; además es considerada una muy buena planta melífera (Ministerio de Salud de Chile, 2010).

### **Clima y suelo**

Requiere un clima templado o templado-cálido. Pleno sol o, mejor, semisombra, orientación al medio día, pero no demasiado expuesto. Vulnerable a las heladas, sensible al frío y a los ambientes secos (Fernández Pola, 2001).

Es poco exigente en tipo de suelos, pero los prefiere ricos en humus, frescos, húmedos, pero no en exceso y drenados (sensibles al estancamiento hídrico), profundos, permeables, de aluvión, arcillosos, arenosos, regables, de mediana consistencia. En suelos ligeros y secos, las hojas amarillean y el rendimiento es mínimo (Fernández Pola, 2001).

Es una planta que requiere una pluviometría mínima de 550-600 mm anuales. Es por esto por lo que necesita de riego continuo, o como mínimo un riego complementario de 300 mm en las épocas más secas. Es recomendable que sea por sistema de goteo para lograr una mayor eficiencia y mejor aprovechamiento del agua (ITEIPMAI, 1992).

### **Cosecha, secado y conservación**

En el primer año de cultivo puede hacerse una sola cosecha. A partir del segundo año, pueden hacerse dos o tres anualmente, según la zona y las condiciones del cultivo. Si la planta se destina a hierba seca, la cosecha debe hacerse antes de la floración, los mayores rendimientos de hoja seca se obtienen con el corte de primavera y cuando se quiere llegar a buenos rendimientos del aceite esencial conviene efectuarlo en verano. La melisa es una especie con alto contenido de humedad (70-75%) y muy sensible al ennegrecimiento de las hojas si no se efectúa el secado correctamente, tal es así que para evitar pérdidas de calidad se aconseja que los procesos de manipulación y secado sean rápidos y empleando mucho flujo de aire (Fanlo *et al.*, 2009).

### **Composición química**

*M. officinalis* es una planta medicinal muy estudiada para la que se describen como principales compuestos los ácidos hydroxycinámicos (rosmarinico, p-coumarico, clorogénico) y los aceites esenciales, donde los mayores constituyentes son los

terpenoides como el citral (mezcla de los isómeros neral y geranial); alcoholes como el citronelal, geraniol, thymol y además, de beta- caryophyllene, etc. que componen el 88% de los componentes del aceite (Sánchez Govín *et al.*, 2010; Moradkhani *et al.*, 2010). Otros compuestos de interés presentes en esta especie son flavonoides y taninos (Acevedo *et al.*, 2013).



**Figura n° 7.** Melisa en estado vegetativo. Fuente: propia.

### Ajenjo (*Artemisia absinthium*)

#### **Características botánicas**

Arbusto perenne de 0.5 a 1 m de altura, ramificación alterna y apretada hacia el ápice. Su color es blanquecino por el vello canoso y espeso que recubre los tallos y hojas (González Zhindón, et al, 2007).

Las flores o capítulos, los cuales son pequeños y están compuestos únicamente de flores sésiles insertadas sobre un receptáculo común rodeado por un involucre de brácteas. El número de flores por cabeza oscila a partir de 4-7 a más de 40, y las corolas son de color blanquecino, amarillo o púrpura, y no muy llamativo (Vallès et al., 2011).

Es una planta muy aromática, y sus hojas tienen un sabor amargo. Los tallos son leñosos, rollizos y se endurecen cuando llega la temporada de florecer. Las ramas son delgadas, finas y flexibles. Las hojas son pecioladas, alternas, pubescentes en haz y envés, dándole una textura sedosa. Las inferiores son pinnaticompuestas y las superiores son simples alternas pinnadas, tienen un contorno redondeado, aunque están profundamente divididas en segmentos que llegan hasta la vena principal. Estos

segmentos vuelven a dividirse en gajos prolongados y obtusos (González Zhindón, et al, 2007).

Las hojas más altas contienen las sumidades floridas, quedando indivisas, y por debajo de ellas se encuentran otras que no tienen más de 3 o 5 gajos. El fruto es un pequeño aquenio, liso (Figura n° 8) (González Zhindón, et al, 2007).



**Figura n° 8.** Detalle planta de ajoeno y sus estructuras. Fuente: Köhler's Medicinal Plants, 1887.

### **Clima y suelo**

Prospera en casi todos los climas a pleno sol o semisombra; exposición más bien soleada y abierta. Relativamente resistente a las heladas, así como a las sequías. Requiere protección contra los vientos fríos si se cultiva en lugar abierto. Precisa lluvias superiores a los 400 mm anuales (Fernández Pola, 2001).

Se adapta a cualquier terreno, pero prefiere los suelos ligeros, aunque no demasiado, ni tampoco los arcillosos demasiado compactos, ni en exceso húmedos; mejor, de consistencia media, arcillosos calcáreos, yesosos, profundos, ricos en materia orgánica o bien abonados y que estén drenados. Reacción edáfica (pH), casi indiferente, con cierta preferencia por los suelos alcalinos (Fernández Pola, 2001).

### **Usos y propiedades**

En fitoterapia se utiliza para estimular el hambre, en trastornos digestivos, para combatir el agotamiento, la artrosis, la artritis y el estreñimiento. También se utiliza como condimento de carnes y para la elaboración de bebidas amargas (tipo vermouth) y aperitivas (More *et al.*, 2013). Activador de la circulación sanguínea, afecciones del tubo digestivo, analgésico, anorexia, antianémico, antidiséptico, antiespasmódico, antigotoso, antihelmíntico, antiséptico (Fernández Pola, 2001).

## **Composición química**

El aceite usualmente es de color verde oscuro o algunas veces azul, y tiene un fuerte aroma y sabor amargo. Este aceite contiene tuyona (absinthol ó tenacetona), tuyol (bien solos, o combinados con ácidos isovaleriánico y málico), iso-tuyona, cadinena, felandreno y pineno. Muy poco de este aceite está presente en los tés o tinturas del ajenjo. El aceite destruye varios tipos de lombrices y puede causar daño al sistema nervioso humano. También presentes en el aceite están los fuertes agentes amargos conocidos como absintina y anabsintina. Estos estimulan la función digestiva (González Zhindón, *et al.*, 2007). El rendimiento del destilado varía entre el 0,5 y 1%.



Figura n° 9. Ajeno en estado vegetativo. Fuente: propia

## **Manejo del cultivo de especies aromáticas – medicinales**

### **Preparación del suelo y fertilización:**

Antes de la plantación se recomienda realizar una labor profunda, de 40 a 60 cm, con arado de disco o de vertedera. Luego se puede fertilizar con abono junto a labores más superficiales, lo que facilita el mezclado, distribución y además controlar las malezas iniciales presentes (Muñoz, 1996).

### **Plantación y mantenimiento:**

La plantación se realiza por trasplante de plantines, a una densidad que depende del tamaño de las plantas, pudiendo variar de 7.000 a 50.000 pl. ha<sup>-1</sup>. También estas especies se pueden realizar en siembra directa con dosis que varían de 3 a 10 kg ha<sup>-1</sup> (Muñoz, 1996).

Se recomienda la instalación de acolchado plástico como cobertura del suelo, el cual proporciona un mejor crecimiento de la planta, un mayor control de malezas y una disminución del requerimiento de agua por la disminución de la evaporación. Otros

beneficios serían evitar la erosión del suelo y aumentar la intensidad lumínica alrededor de las plantas (Restrepo *et al.* 2013).

Para asegurar una mayor eficiencia de implantación y lograr rendimientos competitivos es necesario recurrir al riego, especialmente en los climas semiáridos. Para realizar un adecuado manejo del recurso hídrico es importante estimar las necesidades hídricas de los cultivos en los diferentes estadios fenológicos, a fin de regar para cubrir la demanda de agua de las especies sin gastos excesivos del recurso (Franco, 2020).

**Orégano:** Los plantines se pueden obtener a partir de semilla o por división de matas. Si se hacen por este último método, se pueden separar en otoño o principios de primavera. Se necesitan de 50.000 a 62.500 plantas por hectárea. El trasplante generalmente se hace en forma manual o con trasplantadoras, en este caso se utilizan los equipos de alimentación manual (Di Fabio, 2000).

Si se usan estacas, previo al corte se seleccionan plantas de buen porte y estado sanitario. Se cortan esquejes leñosos de 15 cm de largo, se las acondiciona en arpillera húmeda para evitar la deshidratación y se plantan en lugar definitivo a una distancia de 10 cm, enterrando las tres cuartas partes de esta. Posteriormente se riega y a los diez días se aporca incorporando a la vez un fertilizante fosforado. Las labores culturales que se realizan posteriormente son carpidas, aporques y desmalezados (Di Fabio, 2000).

**Romero:** el esquejado es el medio más rápido y seguro de reproducción. Los esquejes de unos 15 cm y bien desarrollados, se entierran a media altura a principios de primavera y en otoño o a principios de la primavera siguiente, se pueden trasplantar al terreno definitivo (Muñoz, 1996).

**Melisa:** Siembra de asiento en el campo, en cuyo caso se deberá preparar bien el suelo. El mejor resultado se obtiene iniciándola en almácigos e invernáculos, donde se puede manejar con ventaja la semilla que es pequeña. El almácigo se prepara esmeradamente, pudiendo tener dimensiones comunes y relacionándolo en extensión, al número de plantas a producir para la plantación definitiva. Cuando las plantitas hayan alcanzado una altura de 15-20 cm se procederá a trasplantarlas al sitio definitivo. Si el almácigo no es muy denso y la época de trasplante no resulta favorable, como en el caso de los almácigos de siembra otoñal, podrán permanecer más tiempo en los criaderos (Dobrecky, 2012).

El otro método es por propagación asexual ya sea por división de matas (cuando la planta está en estado vegetativo) o por esquejes (de otoño); estos métodos de multiplicación asexual tienen poca utilización debido al alto costo de mano de obra que requieren (Fanlo *et al.*, 2009).

**Ajenjo:** No hay demasiado material confiable sobre la iniciación y establecimiento del cultivo de ajeno, pero según la experiencia realizada la división de matas puede ser un buen método de iniciación para el cultivo.

### **Cosecha:**

La cosecha se realiza con una humedad relativa de las plantas de 50 % a 60 % y el material obtenido debe ser oreado de 6 a 8 horas para que pierda la mayor cantidad de humedad posible (Argüello *et al.*, 2012).

*Orégano:* se cosechan las hojas y las flores, por lo que se recolectan las sumidades floridas (ramas con hojas y flores) (Cameroni, 2013). La recolección puede ser manual o mecanizada, en el primer caso se realiza sólo en pequeñas superficies, pudiéndose recolectar entre 300 a 500 kg de material fresco por jornal. En el caso de la cosecha mecanizada la recolección promedio oscila las 5 ha por día (Muñoz, 1996).

*Romero:* se recomienda hacer solamente 1 corte anual para romero (Moré *et al.* 2010); este corte debe hacerse a una altura mínima del suelo de 30 cm, con el fin de recolectar solamente las partes más tiernas y favorecer la recuperación vegetativa de la planta (Madueño, 1973).

*Melisa:* En el primer año de cultivo puede hacerse una sola cosecha. A partir del segundo año, pueden hacerse dos o tres anualmente, según la zona y las condiciones del cultivo. Si la planta se destina a hierba seca, la cosecha debe hacerse antes de la floración, los mayores rendimientos de hoja seca se obtienen con el corte de primavera y cuando se quiere llegar a buenos rendimientos del aceite esencial conviene efectuarlo en verano (Fanlo *et al.*, 2009).

*Ajenjo:* El primer año solo se hará un corte; en años sucesivos dos en caso de las condiciones hayan sido favorables. Cortar los tallos a 5-6 cm del suelo, cuando el tiempo es seco y soleado. Si se destina a herboristería, se cortan las sumidades florares. Las hojas recogidas por la mañana son más pobres en glucósidos que las cortadas a última hora de la tarde, y, por el contrario, más ricas en aceite esencial. La segunda cosecha del año no es tan abundante como la primera (Fernández Pola, 2001).

### **Procesado post cosecha**

Esta etapa es una de las más importantes dentro del ciclo de producción porque la calidad del material cosechado se encuentra estrechamente relacionado con el precio en el mercado. El principal objetivo de esta etapa es estabilizar los compuestos fenólicos tratando de mantener las mismas características que las hierbas frescas y así evitar el deterioro del material durante el almacenaje, a los efectos de mantener sus características organolépticas y propiedades medicinales (Moré y Tuğrul Ay, 2017).

El secado del material cosechado puede realizarse de manera natural o forzado. Para el primer caso se dejan las plantas recolectadas a la exposición del sol, bien distribuidas y en un ambiente seco. Este tipo de secado es más apropiado para tallos y raíces, pero no se recomienda para plantas o flores destinadas a la extracción de aceite esencial. Cuando el secado natural se realiza para la obtención de aceites se coloca el material a la sombra y en lugares con circulación de aire. El tiempo de secado se

encuentra condicionado por la temperatura, humedad ambiente y del material vegetal, pudiendo variar entre 3 a 7 días aproximadamente (Moré *et al.*, 2010).

En el caso del secado forzado, se realiza en un recinto cerrado donde se induce un flujo de aire a una temperatura controlada. Si el inyectado del aire y la circulación permanece dentro de la cámara se denomina secadero estático, donde el tiempo de secado se reduce a un rango de 3 horas hasta 36 horas. Este tiempo se reduce significativamente en un secadero provisto de cintas transportadoras que movilizan el material dentro de la cámara incrementando la aireación (Moré *et al.*, 2010).

Luego del secado se procede al despalillado del material, que consiste en separar las inflorescencias y hojas de los tallos. Se realiza un zarandeado para eliminar los restos de los palillos que hayan quedado en el paso anterior y la tierra que reducen la calidad del material. Este proceso puede realizarse en forma manual o mecanizado (despalilladora), éste último para las producciones a gran escala y un contenido de humedad del material de aproximadamente un 10% (Argüello *et al.*, 2012).

### **Aceites esenciales**

El aceite esencial es una mezcla orgánica de diferentes compuestos, principalmente terpenos y alcoholes, que son volátiles y tienen la cualidad que brindar los aromas a las plantas (Moré *et al.*, 2010). Son mezclas complejas de compuestos procedentes del metabolismo secundario de muchas especies vegetales, principalmente de las denominadas plantas aromáticas y medicinales. Cumplen funciones muy diversas, habitualmente asociadas a su capacidad de adaptación al medio. Son líquidos, relativamente volátiles y se caracterizan por un olor intenso y frecuentemente agradable. Además, son solubles en lípidos y en disolventes orgánicos. Los aceites esenciales son extraídos de un numeroso conjunto de plantas aromáticas, características de los ecosistemas mediterráneos, aunque ampliamente distribuidas en zonas geográficas muy diversas y de condiciones ambientales notablemente distintas (Bakkali *et al.*, 2008).

Los aceites esenciales son conocidos por sus propiedades antisépticas (bactericidas y fungicidas), por lo que son utilizados en la conservación de alimentos. También destacan por sus aplicaciones medicinales como consecuencia de su acción analgésica, sedante, antiinflamatoria, espasmolítica y anestésica, entre otras. Por otra parte, tal como se indicaba anteriormente, los aceites esenciales juegan en la naturaleza un papel ecológico importante en la protección de las plantas con actividad bactericida, antiviral y fungicida, así como frente a la acción de animales herbívoros (FAO, 1992).

Es casi imposible lograr dos aceites esenciales idénticos. Como resultado del grado de sensibilidad analítica con que se trabaje, siempre se podrán encontrar alguna diferencia entre dos partidas de un mismo aceite esencial, por la época de cosecha, el año, el método de extracción y las condiciones de almacenamiento. De igual forma, variables como las condiciones geobotánicas, tipo de suelo, época de recolección y edad de la planta, entre otros (Bandoni *et al.*, 2009; Albado *et al.*, 2001).

La calidad es un dato difícil de cuantificar, ya que depende siempre de lo que el consumidor exija. Para esta experiencia decidimos que la calidad del aceite iba a estar referida a los porcentajes de compuestos que traigan beneficios económicos para el productor, ya sea por que tengan algún uso en la medicina o en la industria.

Para la taxonomía química de los aceites esenciales de las plantas aromático-medicinales, se contemplan dos clases de componentes:

-no significativos taxonómicamente: son generales para casi todas las especies, y comúnmente se encuentran en forma minoritaria, aunque, a veces, algunos alcanzan categorías mayoritarias, no varían mucho de un quimiotipo a otro.

-componentes taxonómicos: entre los que están los principios activos, mayoritarios, que forman familias de terpenoides afines, relacionados genéticamente entre sí. De ellos, uno o varios son precursores de los demás.

Se consideran, por tanto, cuatro clases de componentes presentes en los aceites esenciales, siendo los componentes mayores los que se encuentran en una proporción entre el 8-99%, los componentes menores los que se encuentran entre un 5-8%, los microcomponentes los que se encuentran entre un 0,1-5% y para finalizar los componentes traza los que se encuentran en concentraciones entre 0,0001-0,1% de abundancia en la totalidad del aceite estudiado (Vivanco *et al.*, 2014).

En todas las muestras de aceites se encuentran en menor o mayor medida terpenos y sus derivados, aunque, no estarán descriptos en este trabajo por no encontrar bibliografía confiable sobre la influencia que tienen estos en las aplicaciones económicas de los aceites de las especies utilizadas en esta experiencia.

### **Destilación y obtención de aceite esencial**

La destilación de plantas aromáticas consiste en separar o arrastrar mediante vapor de agua los aceites esenciales de las mismas, que dependiendo de cada especie se podría obtener una cantidad de alrededor de un 0,05 % en peso de aceite en relación con el material seco.

Existen tres técnicas que se detallan a continuación (Moré *et al.* 2010):

- Cohobación: el material se sumerge en agua y es llevado a ebullición, luego se condensan el vapor de agua y el aceite. Finalmente son separados por decantación. Este tipo de extracción de aceite es utilizado a veces con material pulverizado o con flores. Normalmente trabaja a temperaturas de 100 °C.
- Hidrodestilación: se obtiene el aceite mediante el vapor que se genera en un vaso de destilación mientras que el material vegetal no está en contacto con el agua. Tienen la ventaja de operar en menor tiempo de trabajo y obtener una mejor calidad de aceite. Este sistema trabaja a 100 °C y a presión atmosférica ambiente.
- Destilación por arrastre de vapor: esta técnica difiere de las anteriores en que el vapor es producido en un vaso externo al recipiente donde se encuentra el

material y es inyectado al recipiente de destilación mediante conductos. Trabaja a temperaturas y presiones más elevadas que el sistema de hidrodestilación y se obtiene una mejor calidad de aceite esencial.

Como resultado del proceso extracción de aceite esencial, también se obtiene un subproducto, en la fase acuosa denominado hidrolato que presenta muy pequeñas proporciones del aceite esencial. Luego por diferencias de densidad entre esta fase líquida respecto al aceite esencial, es muy sencilla su separación mediante decantación (Torres, 2017). Los aceites esenciales deben almacenarse en un lugar fresco y seco (Muñoz, 1996).

## **Utilización y manejo de aguas residuales:**

### **Reciclaje de agua**

La reutilización en agricultura de las aguas residuales tratadas es una opción que se está estudiando y adoptando cada vez más en regiones con escasez de agua. Muchas regiones del mundo están experimentando crecientes problemas de déficits hídricos. Esto se debe al crecimiento importante de la demanda de agua frente a unos recursos hídricos estáticos o en disminución y a las periódicas sequías debidas a factores climáticos (Winpenny *et. al*, 2013).

La agricultura representa alrededor del 70% del uso mundial de agua, principalmente para la producción de alimentos y fibras y para el procesado de productos agrícolas. Cuando las lluvias son insuficientes para mantener los cultivos, el riego se hace necesario y aumenta el costo de las operaciones agrícolas. La falta de recursos hídricos convencionales provenientes de acuíferos, ríos y lagos ha llevado al creciente reciclaje de las aguas residuales domésticas y municipales (ya sea tratadas o sin tratar) para el riego. El reciclaje del agua para estos fines plantea asuntos de calidad del agua, de salud pública en general y de los trabajadores agrícolas en particular, de aceptación pública, de comerciabilidad de los cultivos y de financiación, entre otros temas (Winpenny *et. al*, 2013).

Además, de los factores climáticos y el uso irracional del agua, otra de las causas que están provocando déficit hídrico en el mundo, es la contaminación de las aguas superficiales y de los acuíferos por medio de diferentes fuentes, provocando así, una reducción en la cantidad de agua segura para el consumo, una de estas fuentes se genera por el manejo irresponsable de las aguas servidas. En la medida que se busca evitar estos problemas medioambientales y de salud, se propone a las aguas residuales como parte de la solución en lugar del problema, ya que su reutilización puede generar un valor agregado para los usuarios urbanos, los agricultores y el medio ambiente (PROSAP-UTF, 2014).

### **Tratamiento de aguas en Argentina**

En nuestro país la existencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales no está muy desarrollada, ya que solo el 35% de las aguas se tratan, el resto se vierten a los cursos superficiales. Otro factor importante es la heterogeneidad en la distribución de

los recursos hídricos, el 85% de estos se encuentra en la Cuenca del Plata, que es el 30 % de la superficie nacional, y el 75% del país corresponde a zonas áridas y semiáridas. En relación con el tratamiento de aguas residuales, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) estimó en 1999 que en el país sólo se procesaba aproximadamente el 12 % del total de los líquidos colectados. En 2011 según Aquastat, el porcentaje de tratamiento se elevaba a 35% (PROSAP-UTF, 2014).

En el Río de la Plata, como caso específico, fluyen diariamente alrededor de 2.300.000m<sup>3</sup> o 0.8 km<sup>3</sup> al año de aguas residuales sin tratar, según estimaciones de "aguas argentinas". Un porcentaje muy bajo de estas aguas (10%) son tratadas, por lo que crea problemas de salubridad entre la población, ya que el agua que se consume viene de estos cuerpos. Es por ello por lo que debería hacerse una mejor gestión de los recursos hídricos, y una buena opción es desviar las aguas residuales de los cuerpos de agua, enviándola a otros usos, como la agricultura (PROSAP-UTF, 2014).

Argentina no tiene un marco legal que establezca las condiciones mínimas requeridas así como las políticas de promoción para el desarrollo de esta actividad; sin embargo, existen experiencias aisladas de reutilización de aguas residuales con diferentes grados de consolidación, especialmente en actividades de carácter productivo; a excepción de la provincia de Mendoza, que cuenta con una arquitectura institucional y jurídica compleja en materia de gestión de agua y utilización de las aguas residuales, que debiera convertirse en antecedente valioso para definir los criterios esenciales de una ley a nivel nacional (Bertranou y Araujo, 2002).

### **Tratamiento de efluentes líquidos en el Frigorífico**

El tratamiento de efluentes líquidos industriales generados en el Frigorífico Cabildo es producto del cocido de ciertos cortes de carne vacuna y el lavado diario de accesorios e instalaciones en general. A estas últimas solo se incorporan como aditivos productos detergentes y desengrasantes formulados para la industria alimenticia y autorizados por SENASA. Se trata de los productos Sutterfood 230, identificado como detergente cloro activo desengrasante, con una biodegradabilidad del 90% y compuesto por hidróxido de sodio (5 al 10%), hipoclorito de sodio (15 al 20%), sal alcalina (1 al 5%), tensioactivos y detergente para superficies duras y de Sutterfood 120, identificado como detergente desengrasante con 90% de biodegradabilidad y compuesto por una base alcalina (8 al 15%), tensioactivos no iónicos (15 al 30%) y fosfanatos/poliacrinatos (hasta un 5%), ambos de Sutter Argentina S.A.

El tratamiento de los efluentes lo podemos dividir en 3 secciones:

*1-Tratamiento Físico:* Consiste en eliminar las partículas más pesadas. El primer paso para los líquidos es una cámara de rejillas, las cuales retienen los trozos de mayor tamaño (pedazos de carne, grasa y huesos), los restos retenidos, son retirados manualmente y transportados al sector de grasas y huesos. Desde este punto se pasa a un decantador interceptor, en el cual, por medio de tabiques, se retienen las partículas por flotación y decantación, luego se retiran las partículas decantadas y se disponen para su transporte por un operador especializado y autorizado por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) y el municipio local, hasta el lugar de

disposición final.

**2-Tratamiento Biológico:** El efluente es bombeado a una laguna anaeróbica de unos 55 m<sup>2</sup> (Figura 10), provista con aireador y recirculador, de allí pasa por gravedad (a través de un sifón que retiene partículas de grasa por flotación) a una laguna facultativa de unos 1.035 m<sup>2</sup> (Figura 11), que permite la oxidación y decantación de elementos orgánicos que aun pudieran permanecer.



**Figura n° 10.** Laguna n° 1: tratamiento anaeróbico.



**Figura n° 11.** Laguna n° 2 facultativa.

**3- Cloración:** En este último proceso los efluentes pasan a una laguna aeróbica receptora donde se produce la cloración para eliminar las bacterias presentes (Figura 12).



**Figura n° 12.** Laguna n° 3 aeróbica y receptora.

El sudoeste bonaerense está caracterizado por la erraticidad de las precipitaciones, por lo cual, pensar en el reciclaje de aguas para el uso de riego no es una cuestión menor. Hace tiempo se viene discutiendo sobre la falta de agua en ciertos sectores productivos y de cómo superar este problema traería grandes aumentos en la productividad de la zona, cambiando la perspectiva productiva de la región.

## OBJETIVOS

### **Objetivo general**

Evaluar la adaptación de dos cultivares de orégano (*Origanum vulgare*), y de las especies romero (*Rosmarinus officinalis*), ajeno (*Artemisia absinthium*) y melisa (*Melissa officinalis*), bajo riego con aguas residuales de la industria frigorífica en las condiciones agroecológicas de la localidad de Cabildo, partido de Bahía Blanca, analizando parámetros fenológicos, morfológicos y productivos.

### **Objetivos específicos**

- ✚ Analizar los parámetros fenológicos, morfológicos y productivos de los cultivos.
- ✚ Observar la adaptación de estas especies a las condiciones agroecológicas del sudoeste bonaerense.
- ✚ Determinar las necesidades hídricas de estas especies para la zona.
- ✚ Evaluar la factibilidad de producción con aguas residuales de la industria frigorífica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Características del sitio**

La experiencia se desarrolló en las instalaciones del Frigorífico Cabildo perteneciente a la Cooperativa Obrera Ltda. Se encuentra en la ruta provincial N° 51 en el Km 696 en el acceso a Cabildo a 1,3 Km del centro urbano y a 40 Km de la ciudad de Bahía Blanca (38°29'54''S y 61°52'20''O) perteneciente al sudoeste pampeano bonaerense.

El predio consta de 6 Ha y está totalmente cercado en la parte posterior de las instalaciones principales, además de las aromáticas, está la colección de olivos pertenecientes a la UNS, con plantas en estado de desarrollo fenológico (Figura n° 13).

El área de estudio está dominada por malezas de las cuales la más importante es la paja vizcachera (*Stipa brachychaeta*) por lo que fue necesario el uso de mulching que complementado con el riego por goteo y el desmalezado regular permitieron el desarrollo normal de las especies en estudio.

Para la misma se utilizaron plantines adquiridos en el vivero LUNTA, de la localidad de Mendoza. Fueron trasladados a Bahía Blanca en bandejas y fueron repicados en las instalaciones de la UNS para asegurarse una mejor implantación a campo.



**Figura n° 13.** Foto aérea predio frigorífico cabildo. Fuente: Google Earth Pro (2022).

### **Preparación del suelo:**

Se eligió un sitio dentro del lote donde la profundidad del suelo no sea un impedimento para el desarrollo de las raíces. El suelo se trabajó con un motocultivador y herramientas manuales para preparar la cama de trasplante quedando libre de malezas, terrones y cualquier otro material que dificulte la implantación. Luego se colocaron las cintas de goteo pertenecientes al riego y el mulching. En este último, se realizaron pequeños agujeros para ubicar los plantines.

## **Disposición de plantas**

Se conformaron tres bordos distanciados entre sí 80 cm. Cada bordo contaba con 4 bloques de 10 plantas cada uno, donde se dispusieron las especies a estudiar separadas entre sí por 30 cm, los bloques fueron sorteados al azar.

La fecha de plantación fue el 1/11/2018.

## **Riego y Fertilización**

El sistema de riego que se implementó para las parcelas de ensayo consta de 2 bombas centrífugas que impulsan el agua desde la laguna receptora, obligándola a pasar por un filtro de grava/arena, para luego ser depositada en unos tanques de 1.200 litros de capacidad. Otra bomba de menor potencia distribuye el agua depositada por el sistema de tuberías para finalmente alcanzar los goteros ubicados en las parcelas de ensayo.

*Sistema de riego:* se utiliza el sistema de riego localizado con cintas negras que tenían los goteros incorporados que erogan un caudal de  $1 \text{ l. h}^{-1}$  (Aprox.  $40000 \text{ l. ha}^{-1}$ ).

*Frecuencia de riego:* En los períodos de mayor necesidad hídrica de los cultivos se realizó un riego diario durante 1 hora.

*Fertilización:* Se realizó una fertilización de fondo con Biorganutsa, una enmienda de origen orgánico (5-4-3) que fabrica la empresa DAASONS, con la dosis recomendable para hortalizas de aproximadamente  $1000 \text{ Kg. ha}^{-1}$  ( $240\text{g. planta}^{-1}$ ). Además, antes del otoño se realizó una fertilización líquida con Worms Tea  $1,3 \text{ ml. planta}^{-1}$  aplicada localizadamente planta por planta fijando una dosis de  $54,2 \text{ l. ha}^{-1}$ .

## **Rendimiento**

Oréganos: el corte se realizó al momento de un 50% de flores abiertas, a 5 cm sobre el suelo, registrándose 3 cortes para el cv. Alpa Sumaj y sólo 1 para el cv. Don Bastías.

Ajenjo, romero y melisa: el día 22 de abril se realizó el corte de estas las especies, presentándose el ajenjo y el romero en estado vegetativo, mientras que en la melisa se observaban las primeras estructuras florales.

Se recolectaron la totalidad de los bloques en bolsas de rafia, se determinó el peso fresco en el instante. Luego fueron llevadas a desarrollar el periodo de secado natural, en invernadero protegido con media sombra, donde permanecieron colgadas hasta el momento de despalillado.

Una vez obtenido el material seco, se procedió al despalillado manual y pesado de las muestras procesadas, separando las hojas de los tallos. A partir de estos datos se pudo estimar el rendimiento de materia seca por hectárea de cada especie.

Para todos los cultivos la metodología de cosecha fue la misma, se cortaron con tijeras a una altura de 5 cm, teniendo el cuidado de no dañar los rebrotes que estaban más cerca del suelo y también de no descalzar las plantas.

## Fenología y crecimiento

Desde la implantación a campo hasta el momento de corte se realizó un seguimiento morfológico y fenológico de los cultivos.

**Fenología:** Se realizó un seguimiento fenológico por el método de observación directa de todas las especies. Para este estudio se agruparon los estados fenológicos en tres fases: **Vegetativo**, sin ningún indicio de órganos reproductivos; **Inicio de rama floral**, más de 50% de aparición de primordios florales; y por último **Floración**, más de 50% de flores completamente abiertas. Además, se realizaron labores manuales de desmalezado y se registró la presencia de plagas, enfermedades y las deficiencias/excesos que puedan afectar el rendimiento final.

**Crecimiento:** Se realizaron mediciones cada 30 días durante el ciclo de crecimiento activo (primavero-estival). Se midió altura, definida por la longitud del tallo más alto y diámetro de la mata.



Figura n° 14. Toma de medidas de crecimiento (altura y diámetro). Fuente: propia.

## Aceites esenciales

En el proceso de destilado, 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 (Figura n° 15). 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 (Bucciarelli *et al.*, 2014).

Para este proceso de hidrodestilación, se utilizó una muestra de 100g de cada especie y se utilizó el destilador durante 3 horas aproximadamente, dependiendo el tiempo de cada especie y de la cantidad de aceite que esta tuviera. Como resultado de este proceso se obtiene una mezcla de hidrolato y aceite esencial. Estos fueron separados por diferencia de densidades mediante una ampolla de decantación.



**Figura n° 15.** Destilador de vapor en Agronomía UNS. Fuente: propia.

### **Análisis de aceites esenciales:**

Luego de la extracción, los aceites fueron llevados al Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur para su análisis por cromatografía gaseosa.

Los análisis por CG-EM se realizaron en un cromatógrafo de gases Agilent GC 7890B acoplado a un detector selectivo de masas 5977A, equipado con una columna capilar (HP-5, 30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$ ), usando helio como gas carrier con un flujo de 1  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ . Los espectros de masa se registraron a 70 eV, en un rango de masas  $m/z$  de 50 a 300 uma. La temperatura del bloque de inyección fue de 250°C.

En el equipo se inyectó 1  $\mu\text{L}$  de la dilución con un split de 1:20. La temperatura del horno del CG se mantuvo inicialmente a 50°C por 3 min, luego se aumentó hasta 180°C con una rampa de 5°C/min, se mantuvo a esa temperatura por 1 min y se aumentó nuevamente a 50°C/min hasta 280°C.

### **Agua y suelo**

Se tomaron muestras del agua utilizada para riego y de suelo, a fin de realizar los análisis pertinentes en el Laboratorio de Análisis Químicos (LANAQUI) del CERZOS-CONICET (UNS). Para las muestras de suelo se determinó la textura, pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo extractable y conductividad eléctrica. En cambio, en el análisis de agua se cuantificó cationes y aniones mayoritarios y también conductividad eléctrica y RAS, a los efectos de calificar la aptitud del recurso para riego, empleando la clasificación propuesta por Riverside y FAO.

## Determinación de requerimientos hídricos para los cultivos

El uso consuntivo de un cultivo o evapotranspiración del cultivo (**ETc**) es la sumatoria de la cantidad de agua transpirada por el cultivo y la evaporada por el suelo donde éste se desarrolla en un tiempo determinado (Yagüe y Legaspi, 1991). Para obtener el valor de **ETc** se debe calcular la evapotranspiración de referencia (**ETo**) de la zona donde se realizan los cultivos, utilizando diferentes variables climáticas que dependerán del método seleccionado para la estimación. Este valor se multiplica por un coeficiente del cultivo (**Kc**), que representa las variantes físicas y fisiológicas inherente a cada cultivo (Allen *et al.* 2006) (Ecuación 1).

**Ecuación 1:**  $ETc = ETo \times Kc$

La evapotranspiración del cultivo de referencia (**ETo**) para este estudio se define y calcula a través de la ecuación de la FAO Penman-Monteith (Ecuación 2), utilizando el programa informático CROPWAT 8.0.

$$\text{ecuación 2} \quad ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 u_2)}$$

donde:

ETo evapotranspiración de referencia (mm día<sup>-1</sup>)

Rn radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)

G flujo del calor de suelo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)

T temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

u<sub>2</sub> velocidad del viento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>)

e<sub>s</sub> presión de vapor de saturación (kPa)

e<sub>a</sub> presión real de vapor (kPa)

e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub> déficit de presión de vapor (kPa)

Δ pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>)

γ constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>)

El programa informático CROPWAT 8.0. es un software desarrollado por la FAO que permite determinar los requerimientos hídricos de los cultivos a partir de datos del suelo, clima y fenológicos.

Los requerimientos netos de riego se calcularon a través de la diferencia entre la ETc y la precipitación efectiva (Pe), este último término determinado por el método del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (Allen *et al.* 2006). El requerimiento neto de riego estará condicionado por la eficiencia del método del riego seleccionado, convirtiéndose en requerimientos de riego bruto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Análisis de agua utilizada para riego**

**Tabla n° 1.** Resultado del análisis del agua de riego donde se implantó la parcela experimental. Laboratorio LANAQUI (laboratorio de análisis químicos) CERZOS-CONICET-UNS.

<b>Parámetros</b>		
pH	9,1	
CE	1,6	dS m <sup>-1</sup>
Na	295	mg L <sup>-1</sup>
Ca	33,3	mg L <sup>-1</sup>
Mg	10,8	mg L <sup>-1</sup>
Cl	253	mg L <sup>-1</sup>
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Libre	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	420	mg L <sup>-1</sup>
S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	36,6	mg L <sup>-1</sup>
RAS	11,4	
Dureza	127,5	CaCO <sub>3</sub> mg L <sup>-1</sup>

Abreviaturas: CE, conductividad eléctrica; RAS, relación de adsorción de sodio

Según los resultados obtenidos (tabla n° 1) se tratan de aguas alcalinas y según Riverside se clasifican como C3 S2, esto significa que el agua presenta una salinidad media, siendo apta para riego en suelos con buen drenaje y empleada en cultivos que puedan llegar a tolerar esa cantidad de sales (cultivos tolerantes). El contenido de sodio es moderado, y existe peligro de acumulación en los suelos de textura fina y de baja permeabilidad.

El agua escapa al rango de pH propuesto por la FAO (6,5 – 8,5) en la guía sugerida para aguas tratadas en reuso agrícola y los valores de los nutrientes se encuentran en un rango moderado, pero un punto para tener en cuenta es la presencia de ciertos nutrientes en las aguas residuales que pueden beneficiar de cierta forma a algunos de los cultivos.

Para la aplicación de estas aguas sobre los cultivos, también es necesario tener en cuenta otros aspectos como: La capacidad de asimilación de nutrientes, el consumo de agua, la presencia de iones tóxicos, la concentración relativa de Na y el contenido de sales solubles, textura del suelo, régimen pluviométrico, porque bajo ciertas circunstancias puede salinizarse o sodificarse el suelo y modificarse la composición iónica, alterando el desarrollo vegetativo y productivo de las especies (Medeiros *et al.*, 2005).

## Análisis de suelo de la parcela

**Tabla n° 2.** Resultado del análisis de suelo del lugar donde está ubicada la parcela experimental.

Laboratorio de Servicios Analíticos de suelos, plantas y ambiente LABSPA  
(Ex LANAIS N-15) CERZOS-CONICET-UNS.

Parámetros	Profundidad 0-20 cm	Profundidad 20-40 cm
<b>MO (%)</b>	3,86 %	2,06 %
<b>Nt (%)</b>	0,171 %	0,098 %
<b>Ph</b>	7,1	7,3
<b>Pe (ppm)</b>	17,3	10,3
<b>CE (dS m<sup>-1</sup>)</b>	0,50	0,56
<b>Textura</b>	Franco arenoso	Franco arenoso

Abreviaturas: MO, Materia Orgánica; Nt, Nitrógeno total; Pe, Fósforo extractable; CE, Conductividad Eléctrica.

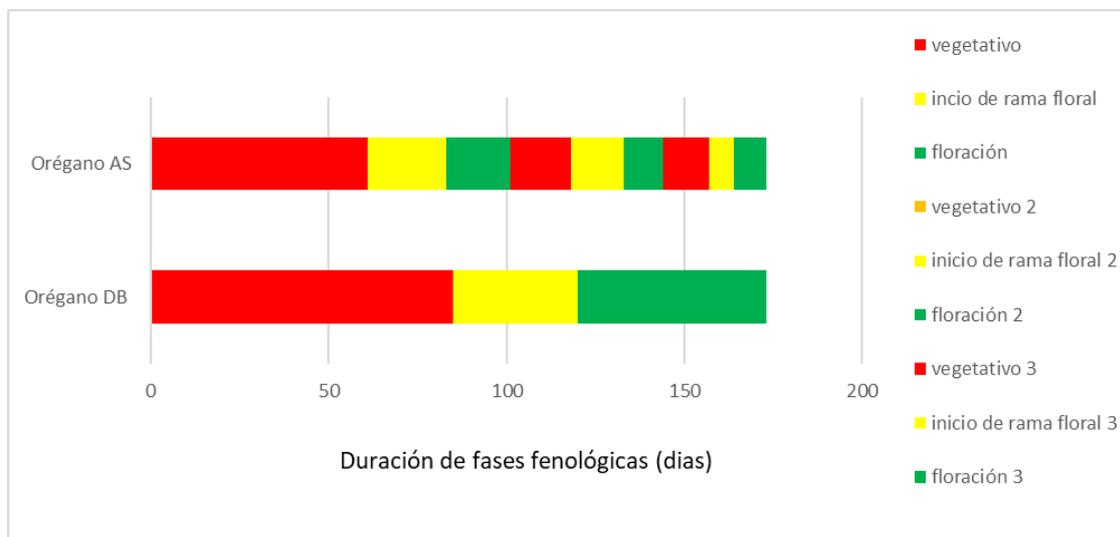
El suelo de la parcela presenta algunas características químicas y biológicas similares al promedio de la región: contenido medio de fósforo, pH algo alcalino y baja salinidad (Panigatti, 2010).

Presenta un excelente contenido de materia orgánica en los primeros 20 cm de suelo, esto resulta de interés ya que, a esta profundidad se dará el mayor desarrollo de las especies utilizadas para la experiencia.

El pH alcalino podría complicar la absorción de P y otros nutrientes que se presentan en el suelo de una forma más compleja de asimilar para las plantas. En las plantas no se observaron síntomas de que esto sea un problema, pero no es algo para desestimar en el futuro cuando las plantas sean más voluminosas.

## Seguimiento fenológico de los cultivos

### Oréganos:



**Figura n° 16.** Comparación entre fases fenológicas de ambos CV. de orégano.

El desarrollo fenológico de ambos cultivares fue el esperado, se destacan las características del orégano Don Bastías, de floración tardía (Bauzá, 2012) y solo pasó a estado reproductivo una vez en el ciclo.

En comparación con Don Bastías, el orégano Alpa Sumaj resultó ser mucho más precoz, el inicio de rama florar ocurrió 14 días antes (figura n° 16), esto coincide con lo expuesto por Arguello *et al.* (2012), donde se muestran las diferencias en cuanto a la duración de fases fenológicas entre oréganos del tipo criollo (Alpa sumaj) y compacto (Don Bastías). A su vez, ese pasaje a reproductivo ocurrió tres veces a lo largo de la estación de crecimiento, siendo éste un carácter muy importante desde el punto de vista agronómico.

El orégano Don Bastías formó una mata bien definida y una inflorescencia compacta terminal, en cambio, el Alpa sumaj resultó con una mata menos definida y una inflorescencia más ramificada y poco compacta. Esto era lo esperable desde el punto de vista morfológico, descrito por diversos autores en otras regiones productoras y encontrado también por Ciancaglini (2020) y Belladonna (2022) para ensayos con AS y DB respectivamente.

**Estado vegetativo:**



**Figura n° 17.** Orégano cv. Don Bastías en estado vegetativo. Fuente: propia



**Figura n° 18.** Orégano cv. Alpa sumaj en estado vegetativo. Fuente: propia

**Inicio rama floral:**



**Figura n° 19.** Orégano AS en inicio de rama floral

### **Floración:**



**Figura n° 20.** Orégano AS en floración y flor en detalle.

Fuente: propia



**Figura n° 21.** Orégano DB en floración y flor en detalle. Fuente: propia

### **Melisa, romero y ajenjo:**

De estas tres especies evaluadas, la melisa fue la única que presentó estructuras reproductivas sobre el fin de ciclo, mientras que el ajenjo y el romero se mantuvieron en estado vegetativo (Figuras n° 22, 23 y 24). Esto podría ser atribuido a una fecha tardía de trasplante según lo que indica la Acosta de la luz (2010) en ensayos referidos a *Artemisia annua*, donde las fechas óptimas de siembra para esta especie siempre se dan en invierno, aunque estos son datos recabados de otros lugares del mundo y de una especie parecida, se esperaría que en este lugar el comportamiento fuera similar.

Para el segundo ciclo se esperaría que lleguen normalmente a floración, ya que, según Fanlo *et al.* (2009), al tratarse de cultivos perennes, comienzan a mostrar la mayor producción y los más altos rendimientos a partir del segundo año de implantación.



**Figura n° 22. Melisa.**



**Figura n° 23. Ajenjo.**



**Figura n° 24. Romero.**

## Crecimiento

### Orégano Don bastias:

**Tabla n° 3.** Medias de altura (cm) y diámetro (cm) de mata del orégano Don Bastias.

Fecha	Altura (cm)	Diámetro (cm)
30 DDT	12	7
Cosecha (24/1)	28	13
Fin de Ciclo (15/4)	17	22

### Orégano Alpa sumaj:

**Tabla n° 4.** Medias de altura (cm) y diámetro (cm) de mata del orégano Alpa sumaj.

Fecha	Altura (cm)	Diámetro (cm)
1er cosecha (3/1)	22	14
2da cosecha (13/2)	30	20
3era cosecha (15/3)	35	22

### Melisa:

**Tabla n° 5.** Medias de altura (cm) y diámetro (cm) de mata de la melisa.

Medias	Altura media (cm)	$\Phi$ (cm)
3/1/2019	15,18	21,96
24/1/2019	16,45	29,17
7/2/2019	22,58	X
20/2/2019	21,00	X

X= las matas superaron el diámetro de 30cm y superaron el espacio interlineal, por lo que el dato se ve afectado por la presencia de sus plantas vecinas.

### Romero:

**Tabla n° 6.** Medias de altura (cm) y diámetro (cm) de mata del romero.

Medias	Altura media (cm)	$\Phi$ (cm)
3/1/2019	12,98	8,06
24/1/2019	14,8	20,3
7/2/2019	24,7	16,56
20/2/2019	28,69	19,58

## Ajenjo:

**Tabla n° 7.** Medias de altura (cm) del ajenjo\*

Medias	Altura media (cm)
3/1/2019	25,93
24/1/2019	32,6
7/2/2019	33,1
20/2/2019	32,19

\*no se tomaron medidas de diámetro, ya que para la primera fecha de medición la mayoría de las plantas había cubierto el espacio interlineal.

Podemos observar en ambas tablas (tablas n° 6 y 7) el comportamiento arbustivo del romero y el ajenjo, aun siendo plantas muy jóvenes se obtuvieron cosechas muy voluminosas de ambas especies, en cambio, la melisa y ambas variedades de oréganos (tablas n° 3, 4 y 5) crecieron en menor medida, en formas más achaparrada y con menor volumen de material.

## **Rendimiento**

A continuación, se presentan valores de rendimientos finales de las cuatro especies estudiadas.

## Oréganos:

**Tabla n° 8.** Tabla comparativa rendimientos en Peso seco (PS), Peso fresco (PF) y peso seco despalillado (PSD) por hectárea y relación hoja: tallo (H:T).

	PF.planta <sup>-1</sup> (g)	PS.planta <sup>-1</sup> (g)	PF:PS	PSD (Kg.Ha <sup>-1</sup> )	H:T
ODB	67,03	23,46	2,86	689	2,39
OAS	55,30	15,60	3,54	433	2,00

En comparación el orégano Don Bastias (ODB) produjo más materia fresca y más materia seca por planta que el orégano Alpa Sumaj (OAS), por lo cual, el ODB mostró un mayor rendimiento a campo y también al secado. La relación PF:PS indica cuanto material fresco se necesita para producir un kg de material seco.

Además, la mayor relación H:T del ODB indica una mayor proporción de hojas y flores por planta (estructuras de mayor valor comercial). Esta relación también puede ser considerada una medida indirecta de la distancia entre nudos, a mayor relación H:T, menor distancia entre nudos. esto tiene lógica si analizamos las estructuras de ambos cultivares, el ODB tiende a un crecimiento más achaparrado, en cambio, el OAS expresa un crecimiento notable en altura.

También es importante señalar que los valores de rendimientos obtenidos fueron bajos respecto a lo señalado en otros trabajos para el año de implantación del cultivo de orégano, pero resulta fundamental recordar que la fecha de implantación (muy tarde) condiciona fuertemente el crecimiento y desarrollo del primer año productivo.

La época óptima varía con la zona de producción, lo más apropiado es cuando comienza a descender la temperatura, pero antes de las heladas. En Córdoba (Traslasierra) se planta en otoño o principios de primavera; en Catamarca, en junio – julio; en Buenos Aires, en otoño. Se pueden realizar plantaciones en primavera, pero se logra menores rendimientos el primer año, ya que la planta tuvo menos tiempo para desarrollarse (UNC, 2013)

#### Melisa:

**Tabla n° 9.** Tabla de rendimientos de melisa en Peso seco (PS), Peso fresco (PF) y peso seco despalillado (PSD) por hectárea y relación hoja: tallo (H:T).

PF.planta <sup>-1</sup> (g)	PS.planta <sup>-1</sup> (g)	PF:PS	PSD (Kg.Ha <sup>-1</sup> )	H:T
103,44	33,10	3,13	1008	2,72

La producción de melisa como cultivo intercalar en repoblaciones forestales produjo valores de materia seca de 5.000 a 7.000 kg ha<sup>-1</sup> para un cultivo de dos años, superando ampliamente el rendimiento obtenido en este estudio (Muñoz *et al.* 1997). Sin embargo, Muñoz (1996) reportó rendimientos de alrededor de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca para el primer año del cultivo de melisa en condiciones muy similares.

Por lo que se espera que el segundo año de producción a melisa alcance valores de materia seca muchísimo más elevados que en el primer año.

La relación PF:PS indica que cada 3,13 kg de material fresco que se coseche en el campo se obtiene 1 kg de material seco. La alta relación H:T esta dada por el gran tamaño de las hojas con respecto al tallo y por la poca distancia que hay entre los nudos, lo cual es un indicador del crecimiento achaparrado de esta especie.

#### Romero:

**Tabla n° 10.** Tabla rendimientos de romero en Peso seco (PS), Peso fresco (PF) y peso seco despalillado (PSD) por hectárea y relación hoja: tallo (H:T).

PF.planta <sup>-1</sup> (g)	PS.planta <sup>-1</sup> (g)	PF:PS	PSD (Kg.Ha <sup>-1</sup> )	H:T
570,08	62,80	9,08	1818	2,28

Bareño (2006) menciona valores de rendimiento en biomasa fresca para el cultivo de romero de 6.000 a 10.000 kg ha<sup>-1</sup>. El rendimiento fue bastante superior en esta experiencia, aunque, tenemos que considerar que estos rindes son tomados de una parcela pequeña donde es más fácil acercarse a las condiciones óptimas de producción.

La relación PF:PS indica que cada 9,08 kg de material fresco que se coseche en el campo se obtiene 1 kg de material seco. Pese a ser una especie arbustiva, con tallos leñosos la relación H:T es alta, esto puede explicarse por la corta distancia entre los nudos y la gran cantidad de hojas que produce esta especie.

## Ajenjo:

**Tabla n° 11.** Tabla de rendimientos de ajeno en Peso seco (PS), Peso fresco (PF) y peso seco despalillado (PSD) por hectárea y relación hoja: tallo (H:T).

PF.planta <sup>-1</sup> (g)	PS.planta <sup>-1</sup> (g)	PF:PS	PSD (Kg.Ha <sup>-1</sup> )	H:T
1264,93	121,24	10,43	2983	1,44

Se observó un buen desempeño del cultivo de ajeno, en su adaptación a la zona de estudio, que se reflejaron en los rendimientos obtenidos. Los valores expresados en kilogramos por hectárea superaron a los rendimientos encontrados por Muñoz (1996), donde su ensayo reportó valores máximos en un rango de 2.500 a 4.000 kg ha<sup>-1</sup> de peso seco, en el primer año productivo evaluado.

La relación PF:PS indica que cada 10,43 kg de material fresco que se coseche en el campo se obtiene 1 kg de material seco. La relación H:T es la mas baja de las cuatro especies estudiadas, si bien la planta produce una gran cantidad de hojas, su forma de crecimiento arbustiva, la separación entre sus nudos y la forma de sus hojas con pedúnculo leñosos explican esta baja relación.

## Aceites esenciales: rendimiento y caracterización química

### Orégano:

#### Don bastias:

Tabla n° 12. Compuestos aceite Orégano Don bastias.

Compuestos	O. don bastias
$\alpha$ -tujeno	1,053
$\alpha$ -pineno	0,729
sabineno	3,830
$\beta$ -pineno	0,389
$\beta$ -mirceno	1,110
$\alpha$ -felandreno	0,568
<b><math>\alpha</math>-terpineno</b>	<b>6,062</b>
o-cimeno	3,362
D-limoneno	3,158
trans- $\beta$ -ocimeno	1,105
<b><math>\gamma</math>-terpineno</b>	<b>16,511</b>
trans hidrato de sabineno	1,845
terpinoleno	1,588
cis-p-ment-2-en-1-ol	2,027
<b>trans-p-ment-2-en-1-ol</b>	<b>7,059</b>
trans oxido de limoneno	1,147
<b>terpinen-4-ol</b>	<b>15,623</b>
$\alpha$ -terpineol	2,776
timol metil éter	1,318
isotimol metil éter	1,362
acetato de linalilo	1,469
<b>timol</b>	<b>20,610</b>
trans-cariofileno	2,258
germacreno D	1,234
$\alpha$ -curcumeno	0,764
$\beta$ -bisaboleno	0,417
óxido de cariofileno	0,625

Para el aceite esencial del orégano Don Bastías, se identificaron 27 compuestos. Los principales fueron: timol (20,6%),  $\gamma$ -terpineno (16,5%), terpinenol (15,6%), trans-p-ment-2-en-1-ol (7%) y el  $\alpha$ -terpineno (6%), sumando entre todos alrededor del 65% del total del aceite (tabla n° 12). Estos valores resultan similares a lo encontrado por Belladonna (2022), en un estudio para la localidad de Bahía Blanca con este mismo material vegetal. Manifestando la composición química de un orégano con predominancia del timol, luego monoterpenos, incluyendo el compuesto trans-p-ment-2-en-1-ol que aparece como una característica común de los aceites producidos en la zona para esta especie.

## Alpa sumaj:

**Tabla n° 13.** Compuestos orégano Alpa sumaj

<b>Compuestos</b>	<b>O. alpa sumaj</b>
sabineno	1,724
β-mirceno	0,616
α-terpineno	1,187
<b>o-cimeno</b>	<b>9,961</b>
D-limoneno	2,739
trans-β-ocimeno	1,574
γ-terpineno	1,709
trans hidrato de sabineno	3,030
<b>cis-p-ment-2-en-1-ol</b>	<b>19,949</b>
cis-β-terpineol	1,598
<b>terpinen-4-ol</b>	<b>7,819</b>
α-terpineol	2,457
timol metil éter	0,391
isotimol metil éter	2,241
acetato de linalilo	4,098
<b>timol</b>	<b>26,196</b>
trans-cariofileno	5,018
germacreno D	0,553
β-bisaboleno	0,829
<b>óxido de cariofileno</b>	<b>6,311</b>

Los componentes principales encontrados en el análisis del OAS para este estudio fueron timol (26%), cis-p-ment-2-en-1-ol (19,9%), o-cimeno (9,9%), terpinenol (7,8%) y oxido de cariofileno (6,3%) (tabla n° 13).

Los quimiotipos frecuentes en esta especie son el quimiotipo carvacrol y el quimiotipo timol, en este caso ambos materiales pertenecen al quimiotipo timol. El timol (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>O) es un efectivo agente antimicrobiano que inhibe el crecimiento de microbios y bacterias por esta razón, el timol se utiliza en productos tales como enjuagues bucales que tienen como objetivo eliminar las bacterias en la boca y pastas de dientes, además de tener un sabor agradable. El timol se utiliza por vía oral en el tratamiento de la bronquitis, tos ferina, dolor de garganta, diarrea, dispepsia, gastritis, desórdenes de la piel, desinfectante urinario y antihelmíntico. Tópicamente se utiliza en colutorios para prevenir las caries y para combatirla halitosis, para el tratamiento de la alopecia y también forma parte de muchos productos antiinflamatorios. Por sus propiedades antibacterianas y antifúngicas forma parte de gotas ópticas. El timol es también utilizado en cosmética y perfumería (Stashenko *et al.*, 2010; Arcila-Lozano *et al.*, 2004).

Es interesante destacar la presencia de cis-p-ment-2-en-1-ol en ambos cultivares, este compuesto fue citado por su actividad antimicrobiana por Belladonna (2022) para la red de cultivos de la zona.

Romero:

**Tabla n° 14.** Compuestos del aceite de romero

Compuestos	Romero
<b><math>\alpha</math>-pineno</b>	<b>5,745</b>
canfeno	2,921
sabineno	1,450
$\beta$ -pineno	1,233
<b><math>\beta</math>-mirceno</b>	<b>16,410</b>
$\alpha$ -terpineno	1,158
p-cimeno	2,253
<b>eucaliptol</b>	<b>24,680</b>
$\gamma$ -terpineno	2,960
trans-p-ment-2-en-1-ol	4,863
<b>tujan-3-ol</b>	<b>19,400</b>
terpinen-4-ol	3,721
verbenona	1,238
isotimol metil éter	1,607
acetato de bornilo	1,407
<b>trans-cariofileno</b>	<b>5,582</b>
$\alpha$ -humuleno	2,064
germacreno D	1,307

Para el caso del romero los componentes mayoritarios encontrados fueron: eucaliptol (24,6%), tujanol (19,4%), mirceno (16,4%), pineno (5,7%) y trans-cariofileno (5,5%).

En la mayoría de la bibliografía sobre el aceite de romero, el componente principal es el alcanfor, el cual le da muchas de las propiedades comerciales, pero en este caso este fue indetectable, en cambio, el componente mayoritario del aceite fue el eucaliptol seguido del tujanol.

Cervera del Mármol (2016), determinó para el compuesto  $\alpha$ -humuleno valores no mayores al 1% y para el acetato de bornilo valores máximos de 4% estando ambos compuestos apenas por encima de estos porcentajes.

Al tener como compuesto principal el alcanfor esto indica que el aceite tiene mayores propiedades antisépticas, antiinflamatorias, diuréticas, expectorantes, entre otras (García Iturrioz, 2008).

## Melisa:

**Tabla n° 15.** Compuestos aceite melisa

Compuestos	Melisa
<b>(E) 2-hexenal</b>	<b>6,694</b>
(E) 2-heptenal	4,592
<b><math>\alpha</math>-pineno</b>	<b>8,104</b>
tuja-2,4(10)-dieno	2,803
<b>cis-p-met-2 en-7-ol</b>	<b>6,150</b>
2-pinen-4-ona	2,259
1-octen-3-ol	1,892
3-octanona	2,862
m-met-1(7),8-dieno	3,181
<b><math>\delta</math>-2-careno</b>	<b>9,465</b>
m-cimeno	4,970
1,8-cineol	3,666
trans-p-ment-2-en-1-ol	0,532
alcanfor	2,301
<b>cis-crisantenol</b>	<b>9,104</b>
<b>geraniol</b>	<b>31,226</b>
óxido de cariofileno	0,199

El aceite de melisa se destaca por su alto contenido de geraniol (31%), careno (9,4%), cis-crisantenol (9,1%), pineno (8,1%), 2-hexenal (6,7%) y cis-p-met-2-en-7-ol (6,1%).

Las diferencias encontradas entre los resultados obtenidos y lo reportado en la bibliografía consultada puede ser consecuencia de una serie de factores que varían tanto el porcentaje, como la composición química de los aceites esenciales; estos son la edad de la planta, el lugar geográfico y las condiciones ecológicas, entre otras (Sánchez Govín *et al.*, 2010; Acevedo *et al.*, 2013). Variaciones cualitativas de los componentes del aceite esencial de melisa fueron debidas a factores genéticos y a las condiciones ambientales, duración del día y composición del suelo (Sánchez Govín *et al.*, 2010) y además al periodo en el cual fueron cosechadas las hojas para su posterior secado (Saeb y Gholamrezaee, 2012).

## Ajenjo:

Tabla n° 16. Compuestos aceite ajeno

Compuestos	ajeno
<b>sabineno</b>	<b>17,004</b>
<b><math>\beta</math>-mirceno</b>	<b>8,645</b>
$\alpha$ -felandreno	1,604
o-cimeno	2,551
trans-p-ment-2-en-1-ol	3,227
trans verbenol	7,679
<b>citronelal</b>	<b>10,873</b>
terpinen-4-ol	4,490
acetato de linalilo	0,994
<b>acetato de mirtenilo</b>	<b>9,016</b>
trans-cariofileno	6,790
$\gamma$ -muuroleno	1,146
germacreno D	3,374
$\beta$ -selineno	0,844
$\beta$ -bisaboleno	1,209
óxido de cariofileno	5,666
globulol	2,561
$\alpha$ -terpinengeranilo	2,847
<b>(Z) nuciferol</b>	<b>9,479</b>

Los compuestos encontrados principalmente en el aceite de ajeno fueron: sabineno (17%), citronelal (10,8%), nuciferol (9,5%), acetato de mirtenilo (9%) y mirceno (8,6%).

El aceite usualmente es de color verde oscuro o algunas veces azul, y tiene un fuerte aroma y sabor amargo (González Zhindón *et al*, 2007). Los componentes mayoritarios del aceite esencial son fundamentalmente terpénicos, pertenecientes a diversos tipos estructurales, monoterpenos (hidrocarburos, alcoholes, cetonas, ésteres, aldehídos, óxidos) y sesquiterpenos (hidrocarburos, óxidos y alcoholes). El rendimiento del aceite esencial se encuentra entre el 0,2-0,6% sobre el peso fresco del material vegetal (Andrino, 2008).

Como se puede observar, la mayoría de los compuestos mencionados en el análisis corresponden a los llamados compuestos terpénicos, mencionado por Andrino (2008) como los mayoritarios dentro del aceite esencial de ajeno.

Uno de los estudios que más se asemeja es el de Baykan (2012), realizado en Anatolia (Turquía), que presenta al compuesto sabineno como el mayoritario de la composición de aceite, con un 17% como en el presente análisis. También propone dentro de los compuestos con mayor porcentaje a los mircenos, con un porcentaje alrededor del 10%, estando presentes en un 8,6% en el ensayo realizado, manteniéndose en un valor similar al citado. Por último, una de las características principales de este ensayo que se corresponde con el estudio en comparación, es la ausencia de tuyonas, ya que son

compuestos que comúnmente se encuentran presente en los aceites esenciales de ajeno.

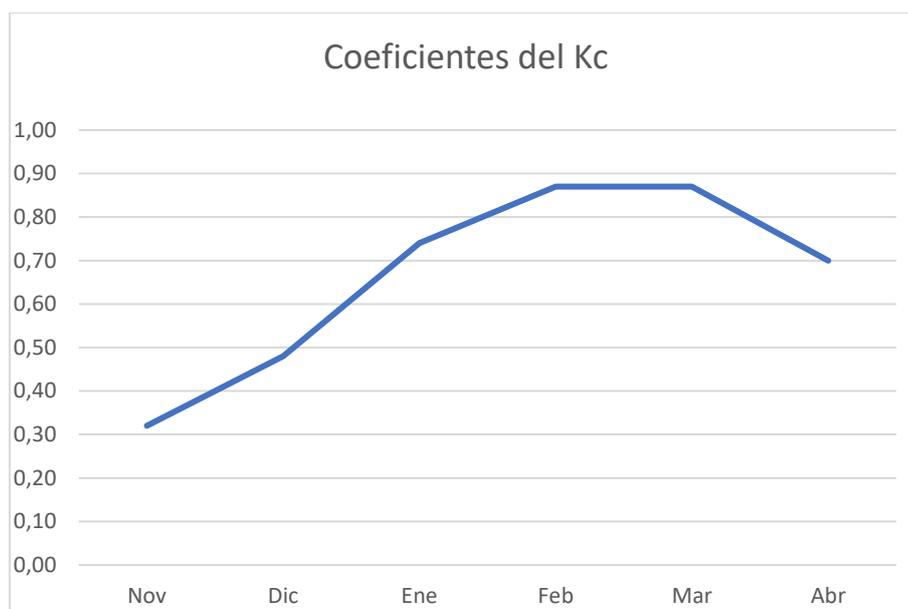
Estas diferencias se pueden explicar según lo citado por Bandoni et al. (2009) donde define que es casi imposible lograr dos aceites esenciales idénticos. Todo dependerá del grado de sensibilidad analítica con que se trabaje, siempre se podrá encontrar alguna diferencia entre dos partidas de un mismo aceite esencial, por la época de cosecha, el año, el método de extracción, las condiciones de almacenamiento, etc.

## Estimación del requerimiento hídrico de los cultivos

Los valores de Kc empleados fueron estimados y ajustados, utilizando las tablas de la FAO para cultivos similares (Allen *et al.* 2006) y comparándolos con la bibliografía existente. A partir de allí, se realizaron curvas de Kc para cada especie en particular y se determinaron los momentos de máxima demanda hídrica de cada uno de los cultivos estudiados.

Las curvas realizadas se dividen en cuatro etapas, la primera o “etapa inicial” corresponde desde la implantación de los cultivos hasta que alcanzan un 10% cobertura, en relación con la cobertura final que tendrá cada especie; luego le corresponde una segunda etapa o “etapa de desarrollo” donde se ve un marcado aumento de Kc debido al máximo crecimiento y desarrollo, abarcando desde la etapa anterior hasta una cobertura total de las plantas. La tercera etapa o “etapa media”, comienza con el desarrollo máximo del cultivo hasta el comienzo de maduración de las plantas y por último la “etapa final”, que ocurre desde maduración hasta cosecha de los cultivos, momento a partir del cual descienden las curvas de Kc.

### Orégano:



**Figura n° 25.** Curva Kc correspondiente al cultivo de orégano.

**Tabla n° 17.** Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de orégano de los parámetros: coeficiente Kc, Evapotranspiración del cultivo ajeno (ETc), Precipitación efectiva (Pe), Requerimiento neto de riego (Req Neto) y Requerimiento bruto de riego (Req Bruto).

Mes	Decada	Kc	ETc	Prec. efec	Req.Riego	lam bruta 90%
		coef	mm/dec	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	0,30	16,40	17,50	0,00	0,00
Nov	2	0,32	19,60	15,70	3,90	4,33
Nov	3	0,40	26,20	17,10	9,20	10,22
Dic	1	0,48	33,80	19,20	14,60	16,22
Dic	2	0,56	42,00	20,40	21,80	24,22
Dic	3	0,65	54,40	19,50	35,10	39,00
Ene	1	0,74	58,40	18,00	40,50	45,00
Ene	2	0,82	66,90	17,10	49,80	55,33
Ene	3	0,87	74,10	17,70	56,50	62,78
Feb	1	0,87	63,70	18,30	45,30	50,33
Feb	2	0,87	60,70	18,70	42,00	46,67
Feb	3	0,87	43,60	19,40	24,20	26,89
Mar	1	0,87	47,90	20,60	27,30	30,33
Mar	2	0,87	41,90	21,40	20,40	22,67
Mar	3	0,84	40,00	18,80	20,10	22,33
Abr	1	0,70	26,80	18,10	8,70	9,67
Abr	2	0,55	18,40	16,80	1,60	1,78
Abr	3	0,44	7,60	8,90	0,20	0,22
			<b>742,40</b>	<b>323,20</b>	<b>421,20</b>	<b>468,00</b>

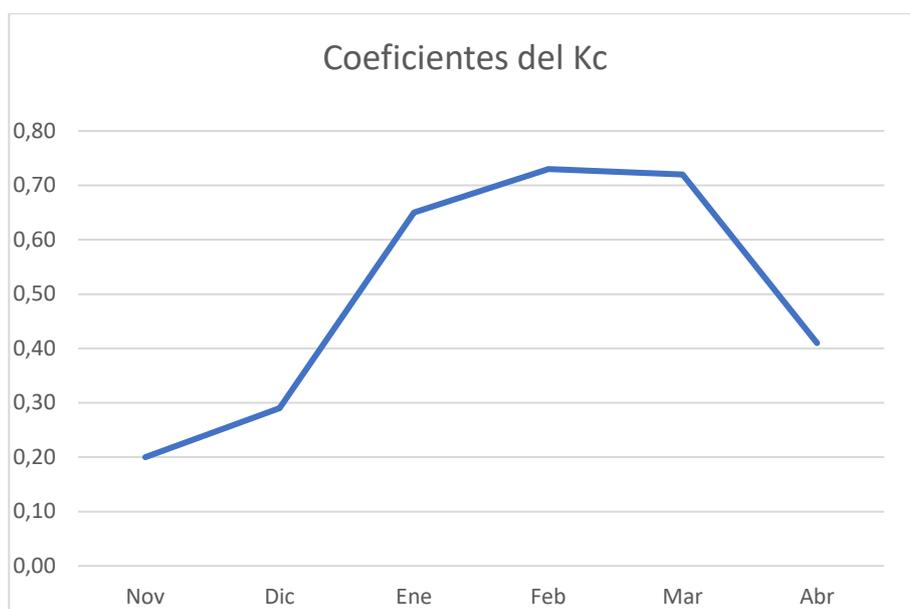
El INTA de Mendoza ha determinado la necesidad hídrica del orégano en su ciclo, siendo de aproximadamente 700 mm. En este ensayo la ETc fue de 742,4 mm, por lo que es un valor considerado similar.

La Pe durante el periodo de cultivo fue de 323,2 mm (43,5%), por lo que, para el desarrollo normal del cultivo fue necesario agregar mediante el riego 421,2 mm de agua, considerando una eficiencia de riego del 90% (riego por goteo), la lámina bruta aplicada debió ser de 468 mm.

Los valores más altos de ETc corresponden al mes de enero, 199,4 mm, esto coincide con la época de mayor demanda hídrica ambiental. Aunque las lluvias para este mes aportaron 52,8mm (26,4%), fue necesario realizar riegos complementarios para lograr los rendimientos potenciales, donde se aplicó una lámina bruta de 163,1mm (~73% de la necesidad hídrica del cultivo para enero) (tabla n° 17).

Según los datos analizados por Lurlund (2021) en el campo experimental de Napostá, el mes de mayor demanda hídrica en ese caso fue en diciembre. Durante todo el período, los aportes mediante las precipitaciones no tuvieron diferencias con obtenidos en Cabildo, esto sumado a que se utilizó el mismo sistema de riego (goteo), dio como resultado un aporte necesario de riego bruto parecido al obtenido en este estudio. En ambos casos la mayor demanda hídrica del cultivo se dio en el inicio de la “etapa final” del cultivo.

Romero:



**Figura n° 26.** curva Kc correspondiente al romero

**Tabla n° 18.** Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de romero de los parámetros: coeficiente Kc, Evapotranspiración del cultivo ajeno (ETc), Precipitación efectiva (Pe), Requerimiento neto de riego (Req Neto) y Requerimiento bruto de riego (Req Bruto). El término *Década* hace referencia a 10 días dentro del mes.

Mes	Decada	Kc	ETc	Prec. efec	Req.Riego	Iam bruta 90%
		coef	mm/dec	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	0,20	10,90	17,50	0,00	0,00
Nov	2	0,20	12,10	15,70	0,00	0,00
Nov	3	0,20	13,10	17,10	0,00	0,00
Dic	1	0,20	14,20	19,20	0,00	0,00
Dic	2	0,29	21,50	20,40	1,10	1,22
Dic	3	0,41	34,50	19,50	15,10	16,78
Ene	1	0,54	42,60	18,00	24,60	27,33
Ene	2	0,65	53,30	17,10	36,50	40,56
Ene	3	0,73	62,50	17,70	44,60	49,56
Feb	1	0,73	53,50	18,30	35,10	39,00
Feb	2	0,73	51,00	18,70	32,30	35,89
Feb	3	0,73	36,60	19,40	17,20	19,11
Mar	1	0,73	40,20	20,60	19,60	21,78
Mar	2	0,72	34,90	21,40	13,40	14,89
Mar	3	0,63	30,10	18,80	10,20	11,33
Abr	1	0,52	19,90	18,10	1,80	2,00
Abr	2	0,41	13,70	16,80	0,00	0,00
Abr	3	0,33	5,70	8,90	0,00	0,00
			<b>550,30</b>	<b>323,20</b>	<b>251,50</b>	<b>279,44</b>

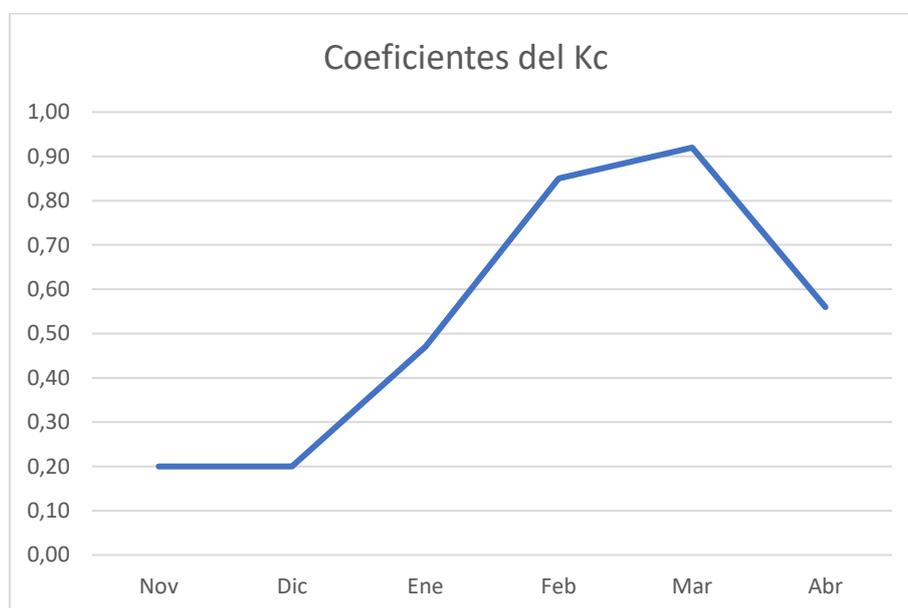
El romero podría haber presentado menores requerimientos hídricos respecto al ajeno y a la melisa, ya que puede crecer con normalidad en sitios con precipitaciones anuales que varían entre 280 y 600 mm (Moré *et al.* 2010).

Los resultados arrojados por este estudio dieron valores de requerimientos hídricos de 550,3 mm, por lo cual entra en el rango presentado en el trabajo de Moré *et al.* (2010). La Pe cubrió para el periodo de cultivo 323,2mm (58,7%) y fue necesario complementar con riego 251,5 mm, teniendo en cuenta una eficiencia de aplicación del 90%, para que a la planta le llegue este volumen de agua fue necesario aplicar una lámina bruta de 279,44mm

La mayor demanda hídrica del cultivo se da en enero, 158,4 (28,7% respecto a todo el periodo de cultivo), para enero la precipitación efectiva cubrió solo el 33% (52,8mm) de la necesidad hídrica, por lo que, el otro 66% (105,6mm) debió ser cubierto con riegos complementarios, para esto fue necesario aplicar una lámina bruta de 117,42mm.

Los datos obtenidos por Franco (2020) para el campo experimental de Napostá, coinciden en que la mayor demanda hídrica para el romero se da el mes enero. Estos bajos requerimientos hídricos también fueron encontrados por Moré *et al.* (2010), quien reportó que se puede cultivar romero con regímenes pluviométricos anuales de 280 mm.

**Melisa:**



**Figura n° 27.** Curva Kc correspondiente al cultivo de melisa

**Tabla n° 19.** Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de melisa de los parámetros: coeficiente Kc, Evapotranspiración del cultivo ajeno (ETc), Precipitación efectiva (Pe), Requerimiento neto de riego (Req Neto) y Requerimiento bruto de riego (Req Bruto).

Mes	Decada	Kc	ETc	Prec. efec	Req.Riego	lam bruta 90%
		coef	mm/dec	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	0,20	10,90	17,50	0,00	0,00
Nov	2	0,20	12,10	15,70	0,00	0,00
Nov	3	0,20	13,10	17,10	0,00	0,00
Dic	1	0,20	14,00	19,20	0,00	0,00
Dic	2	0,20	14,90	20,40	0,00	0,00
Dic	3	0,23	19,40	19,50	0,00	0,00
Ene	1	0,35	28,00	18,00	10,00	11,11
Ene	2	0,47	38,90	17,10	21,80	24,22
Ene	3	0,60	51,30	17,70	33,70	37,44
Feb	1	0,73	53,40	18,30	35,10	39,00
Feb	2	0,85	59,50	18,70	40,80	45,33
Feb	3	0,92	46,00	19,40	26,60	29,56
Mar	1	0,92	50,60	20,60	30,00	33,33
Mar	2	0,92	44,20	21,40	22,80	25,33
Mar	3	0,92	43,60	18,80	23,80	26,44
Abr	1	0,81	30,80	18,10	12,70	14,11
Abr	2	0,56	18,60	16,80	1,80	2,00
Abr	3	0,36	6,30	8,90	0,00	0,00
			<b>555,60</b>	<b>323,20</b>	<b>259,10</b>	<b>287,89</b>

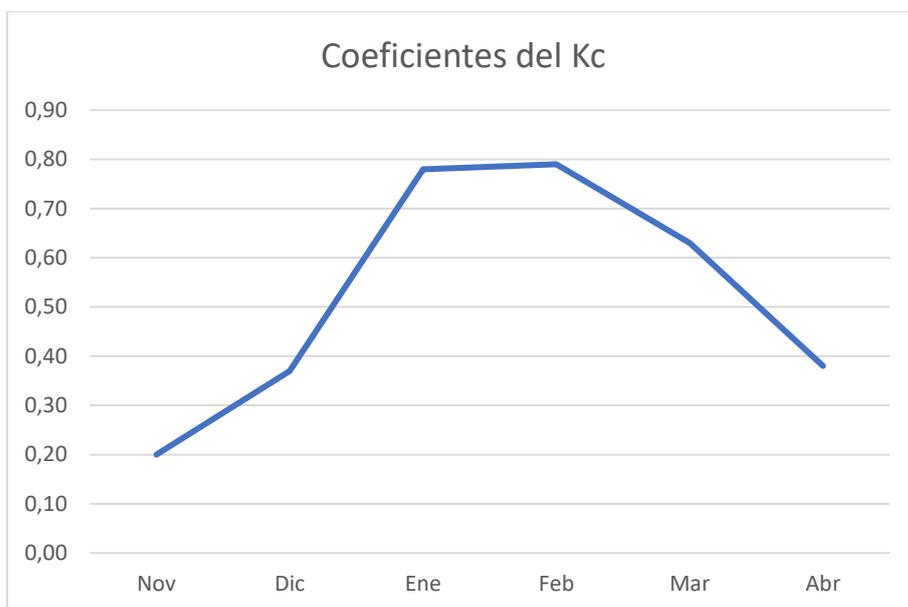
Bermejo (1996) menciona que la melisa en su ciclo fenológico tiene una demanda hídrica entre 600 y 900 mm, siempre dependiendo de las condiciones ecológicas predominantes. Para este estudio está un poco por fuera de ese rango.

Para el desarrollo del cultivo durante todo el periodo la necesidad de agua del cultivo fue de 555,6 mm, la Pe aportó 323,2 mm lo cual representa solo el 63,4% del total, el resto, 259,1 mm, debió ser aplicado mediante el riego.

Contando con riego por goteo se asume una eficiencia de aplicación de 90%, por lo cual se debieron aplicar 287,89 mm para asegurar una correcta provisión de agua a las plantas. La mayor demanda hídrica del cultivo ocurrió en febrero donde se necesitaron aplicar 113,89 mm (el 39,5% del total) para cubrir esa demanda.

En comparación con los estudios realizados en el campo experimental de Naposta por Franco (2020) en cual se realizaron dos cortes, la necesidad de agua total fue de 626,65 mm, explicada por una mayor extensión del ciclo de cultivo. Contando con el mismo sistema de riego la aplicación de agua mediante este medio debió ser de 325,7 mm.

Ajenjo:



**Figura n° 28.** Curva Kc correspondiente al cultivo de ajeno

**Tabla n° 20.** Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de ajeno de los parámetros: coeficiente Kc, Evapotranspiración del cultivo ajeno (ETc), Precipitación efectiva (Pe), Requerimiento neto de riego (Req Neto) y Requerimiento bruto de riego (Req Bruto).

Mes	Decada	Kc	ETc	Prec. efec	Req.Riego	lam bruta 90%
		coef	mm/dec	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	0,20	10,90	17,50	0,00	0,00
Nov	2	0,20	12,10	15,70	0,00	0,00
Nov	3	0,20	13,10	17,10	0,00	0,00
Dic	1	0,23	16,10	19,20	0,00	0,00
Dic	2	0,37	27,50	20,40	7,10	7,89
Dic	3	0,52	44,00	19,50	24,50	27,22
Ene	1	0,68	54,00	18,00	36,00	40,00
Ene	2	0,78	64,30	17,10	47,30	52,56
Ene	3	0,79	67,40	17,70	49,70	55,22
Feb	1	0,79	57,80	18,30	39,50	43,89
Feb	2	0,79	55,00	18,70	36,70	40,78
Feb	3	0,77	38,90	19,40	19,40	21,56
Mar	1	0,71	38,90	20,60	18,30	20,33
Mar	2	0,63	30,20	21,40	8,80	9,78
Mar	3	0,54	25,90	18,80	6,00	6,67
Abr	1	0,46	17,60	18,10	0,00	0,00
Abr	2	0,38	12,70	16,80	0,00	0,00
Abr	3	0,32	5,60	8,90	0,00	0,00
			<b>592,00</b>	<b>323,20</b>	<b>293,30</b>	<b>325,89</b>

En este cultivo se obtuvo un valor máximo de  $ET_c$  en enero, con una media de 5,99  $\text{mm. día}^{-1}$  (tabla n° 20). Son menores que los resultados obtenidos por Franco (2020), 6,3  $\text{mm. día}^{-1}$  en Naposta.

A partir de este dato y de las precipitaciones efectivas medias, se obtuvo el requerimiento neto de riego, cuyo valor es de 133 mm, correspondiente al mes de enero que es el de mayor demanda de agua. Para este mes crítico, las precipitaciones zonales sólo podrían cubrir aproximadamente el 28,4% del requerimiento hídrico.

Para todo el período analizado la precipitación efectiva podría cubrir el 54,6% de la demanda total de agua, obteniéndose un requerimiento bruto de riego de 325,89 mm, cuando se considera una eficiencia de riego del 90%, por tratarse de un sistema de riego por goteo.

## CONCLUSIONES

- **Las especies estudiadas demostraron adaptarse sin mayores inconvenientes a la zona de producción.** A pesar de una fecha tardía de implantación, ambos cultivares de orégano tuvieron el desarrollo esperado e incluso superior. Se destaca la adaptación del Orégano cv. Alpa Sumaj a la región, dado las tres floraciones – y por ende tres cosechas-. Por el lado de las otras especies, tuvieron un desarrollo fenológico según lo esperado según bibliografía. A su vez, no se registró incidencia de plagas ni enfermedades que limiten el crecimiento y desarrollo de las especies evaluadas.
- **La cantidad y calidad del aceite esencial estuvo acorde a lo esperado para las especies evaluadas.** Los porcentajes de aceite esencial obtenido a partir del material seco resultaron entre el 1 y el 2,5% y los componentes del aceite fueron muy similares a los obtenidos en otros trabajos de la zona. Esto incluye, para el caso de los oréganos, la presencia sustancial de un compuesto (p-ment-2-en-1-ol) que podría caracterizar un quimiotipo regional.
- **Se determinaron las necesidades hídricas de las especies para la zona.** A partir del uso del programa Cropwat se ajustaron las necesidades hídricas de cada cultivo para la zona de Cabildo, conformando un registro de datos que no estaban citados en bibliografía para estas especies.
- **El agua residual de la industria frigorífica resulta apta para el riego por goteo de estas especies.** La provisión hídrica fue óptima para las necesidades de estas especies, para las cuales no se registraron limitantes desde el punto de vista agronómico.
- **Resulta de fundamental importancia continuar con los estudios en nuestra zona para estas especies, que presentan en estas investigaciones preliminares, interesantes potencialidades.** A pesar de obtener en el presente trabajo datos importantes, con resultados positivos en cuanto a desarrollo fenológico de las especies, su rendimiento y calidad de aceites esenciales, no se debe perder de vista que este tipo de estudios son un punto de partida para comenzar a pensar seriamente la posibilidad de desarrollar una zona productiva para especies aromáticas y medicinales en el sudoeste bonaerense. Sin embargo, para continuar en esa línea se deben profundizar los estudios, aumentando la escala, la rigurosidad científica y probando distintos manejos agronómicos que pueden ser útiles para dar respuestas ante las posibles consultas por parte de productores.

## BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, D; Navarro, M. y Montero, P. (2013). Composición química del aceite esencial de las hojas de toronjil (*Melissa officinalis* L.). Información Tecnológica, vol. 24(4): 49-54.
- Albado, E., Saez, G. y Grabiell, S. (2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). *Revista Médica Herediana*, 12(1), 17-19.
- Ali, B., Al-Wabel, N. A., Shams, S., Ahamad, A., Khan, S. A., Anwar, F. (2015). Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian. Pac. J. Trop. Biomed.*, 5(8): 601-611.
- Allahverdiyev, A., Duran, N., Ozguven, M., Koltas. S. (2004). Antiviral activity of the volatile oils of *Melissa officinalis* L. against Herpes simplex virus type-2. *Phytomedicine*, 11(7-8): 657-661.
- Allen R. G; Pereira, L. S; Raes, D; Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje N.º 56, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma, 298 pp.
- Andrino, M. B. 2008. Nuevos agentes de control parasitario y vectorial, (pp. 25-39). Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Arcila-Lozano, C. C.; Lorca-piña, G.; Lecona-Uribe S.; y Gonzales de Mejia, E. (2004). Orégano: Propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. Caracas Venezuela: *Scielo*. Recuperado: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004,06222004000100015&script=sci\\_abstract](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004,06222004000100015&script=sci_abstract).
- Argüello, J. A; Núñez, S. B; Davidenco, V; Suárez, D. A; Seisdedos, L; Baigorria, M. C; La Porta, N; Ruiz, G; Yossen, V. 2012. Sistema de producción y cadena de valor del cultivo de Orégano (*Origanum* sp.) en la Provincia de Córdoba (Argentina). *Phyton – Revista Internacional de Botánica Experimental*. Vol.81, pp. 23-34.
- ARIÑO OCHOA, A., (1999). Variabilidad química en los aceites esenciales de *Artemisia absinthium* de la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, 215 pp. ASEKUN, O. T., GRIERSON, D. S., & AFOLAYAN, A. J. (2007). Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. *Capensis*. *Food Chemistry*, 101(3), 995-99
- Arizio, O. y Curioni, A. 2003. Componentes macroeconómicos, sectoriales y microeconómicos para una estrategia nacional de desarrollo. Lineamientos para fortalecer las fuentes de crecimiento económico. Estudio 1.Eg.33.7. Estudios agroalimentarios. Componente A: fortalezas y debilidades del sector agroalimentario. Documento 5: productos aromáticos y medicinales. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA - Argentina). Ministerio de economía de la nación. Secretaría de política económica. Unidad de preinversión (UNPRE). Programa multisectorial de preinversión II. Préstamo BID 925 OC – AR.

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. y Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475
- Bandoni, A. y otros tres autores, ¿Son realmente útiles los aceites esenciales?, *BLACPMA*, 8(5), 317-22 (2009).
- Bareño, P. 2006. Hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco. Proyecto hierbas aromáticas, (Vol. 6, No. 2, pp. 225-237). Facultad de Agronomía. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*.
- Bauzá, P (28 de junio 2012). Don Bastías: el primer orégano argentino. *INTA informa*. <https://intainforma.inta.gob.ar/don-bastias-un-senor-oregano-argentino/>
- Belladonna, D. P. (2022). Evaluación de enmiendas orgánicas sobre la productividad, contenido y calidad de aceites esenciales en producción biológica de dos cultivares de orégano europeo (*Origanum vulgare*). UNS. Bahía Blanca. Argentina.
- Bermejo, A. 1996. *Melissa officinalis* en la provincia de Cuenca. Hoja Informativa nº 7. Junta de Comunidades de Castilla La Mancha.
- Bertranou, A. y Araujo, E. (2002). “Investigación sistémica sobre regímenes de gestión del agua”. Caso Mendoza. INA-CELA. Ed. Global Partnership. Mendoza. Argentina.
- 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.
- Cañigueral, S. (1987). *Plantas medicinales y drogas vegetales*. Romero. *Offarm*, vol. 6 (8): 58.
- Carhuapoma, M. (2006). Estudio de la composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de Luma Chequen (Molina). Tesis de maestría, Facultad de farmacia y bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Ciancaglini, L. N. (2020). Producción orgánica en distintas condiciones edáficas de orégano europeo (*Origanum vulgare*) cv. Alpa Sumaj irrigado con aguas residuales de la industria frigorífica en la localidad de Cabildo. UNS. Bahía Blanca. Argentina.
- Daasons S.A, Bahía Blanca, Catálogo de productos. Recuperado de: <https://16105-ar.all.biz/>
- D'andrea, L. (1998): La coltivazione del rosmarino. *Erboristeria Domani*, 7-8: 38.
- D'Antuono, L., Galletti, G. y Bocchini, P. (2000), Variability of Essential Oil Content and Composition of *Origanum vulgare* L. Populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy), *Annals of Botany*, 86(3), pp 471-478.
- Deighton, N., Glidewell M. S., Deans G. S., Goodman A. B., (1993). Identification by EPR spectroscopy of Carvacrol and Thymol as the major sources of free radicals in the oxidation of plant essential oils, *J. Sci. Food Agric.*, 63(2), 221-225.

- Di Fabio, A. (2000). Producción de orégano. Consultado el 15 de diciembre de 2021. Disponible online en: <https://intercoonecna.aecid.es/Gestin%20del%20conocimiento/0029-01%20Produccion%20de%20oregano.pdf>
- Dobrecky, L.P. (2012). Plantas Aromáticas y Medicinales- Primera parte. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Paginas Recreativas Edición N°7. pp 13-14
- Dr. Cermeño Sacristán P., Mg. Romero Solís J. (2014). Ensayos del cultivo de *Melissa officinalis* L. en secano y regadío. Recuperado: <file:///C:/Users/coto/Downloads/Melissa%20officinalis%20RAEA.pdf>
- Dr. Luz M. Muñoz-Centeno, (2002). “Plantas medicinales españolas: *Rosmarinus officinalis*”. Universidad de Salamanca. *Ediciones Universidad de Salamanca*
- Dr. Vanina Davidencco, Mg. Claudia Vega, Dr. Juan Alberto Arguello, (2011). “Respuesta fotoperiódica en *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* y ssp. *hirtum* letsw.: impacto sobre su desarrollo y crecimiento”. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. TOMO 44, N° 1, 2012.
- Fanlo, M; Melero, R; Moré, E; Cristóbal, R. 2009. Cultivos de plantas aromáticas medicinales y condimentarias en Cataluña. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña, E-25280 Solsona (España). Pag 22-31
- FAO. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. Estudio FAO: Riego y drenaje N° 47. Roma, FAO.
- Fernandez Pola J, 2001. Cultivo de plantas medicinales, aromáticas y condimenticias. Barcelona, España. *Ediciones Omega, S. A.* pp: 29, 30, 31, 199, 208
- Franco, L. R. (2020). Caracterización agroclimática de especies aromáticas - medicinales bajo riego en el sur de la provincia de Buenos Aires. Universidad Nacional del Sur.
- Fretes F. (2010). Plantas Medicinales y Aromáticas una alternativa de producción comercial. (USAID). *Programa Paraguay Vende*. Pag 7.
- Galmarini, C. 2009. Programa nacional hortalizas, flores y aromáticas. Documento base. Ediciones INTA.
- INTA el colorado (2012). INFORME TECNICO, plantas aromáticas: diferentes formas de multiplicación. *Ediciones INTA*, Pag 3.
- INTA PRO-HUERTA Córdoba Capital: Ing. Agr. Carlos Zárate, Ing. Agr. Guillermo Aguirre, Ing. Agr. Fátima Varela y Ing. Agr. Juan Vollenweider (2003). La huerta saludable, *aquí vivimos Vol. 2.* 10-16.
- Ing. Agr. Msc. Miguel A. Elechosa (2009). *Manual de recolección sustentable de plantas aromáticas nativas de la región central y noroeste de la argentina.* Ediciones INTA.
- ITEIPMAI. 1992. (Institut Technique Interprofessionnel des plantes à Parfum, Médicinales) et Aromatiques Mélisse. Fiches techniques bio. Chemille Francia. ITEIPMAI.

- Laurlund, C. I. (2021). Caracterización agroclimática de tres materiales de Orégano (*Origanum sp.*) bajo riego en el sur de la provincia de Buenos Aires. Universidad Nacional del Sur.
- MADUEÑO, M. (1973): Cultivo de plantas medicinales. Publicaciones de extensión agraria. Madrid.
- Medeiros, S., Soares, A., Ferreyra, P., Neves, J., De Matos, A., De Souza, J. (2005). Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: estudo das alterações químicas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 9(4), 603-612.
- Moré, E; Fanlo, M; Melero, R; Cristóbal, R. 2010. Guía para la producción sostenible de plantas aromáticas y medicinales. Ed. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. pp. 268. ISBN 978-84-693-0106-7.
- Moré, E y Tuğrul Ay, S. 2017. Best practices for cultivation of medicinal and aromatic plants. Forest Sciences Centre of Catalonia and Yaşama Dair Vakıf. TRUMAP project.
- Muñoz, F. 1996. PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS. Estudio, cultivo y procesado. Mundi prensa. México.
- Muñoz, F; Aldudo, P; De Arana, C; Ruiz Del Castillo, J. 1997. El empleo de especies aromáticas, como cultivos intercalares, en las repoblaciones forestales. II Congreso forestal español. Madrid.
- Musa, O.M., & J.C. Chalchat. 2008. Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) oil from Turkey. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 59 (7):691-698
- Paunero, I (2017), situación actual de plantas aromáticas y medicinales en argentina. *Ediciones INTA*. Recuperado desde: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/intasp-situacion-aromaticas-paunero-2017.pdf>
- PROSAP-UTF. 2014. Desarrollo Institucional Para la Inversión. Estudio del potencial del uso alternativo de fuentes de agua: Las Aguas Residuales.017/ARG.
- Restrepo, D. C; García, J. J. D; Betancur, R. S; Tobón, M. D. M; Urrea, P. A; Durango, K. M; Durango, E. J. O. 2013. Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. 2 edición, Rionegro. Universidad Católica de Oriente. Colombia.
- Saeb, K. y Gholamrezaee, G. 2012. Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis L.* leaves during different stages of plant growth, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(1), 547-549.
- Sánchez Govin, E.; León Fernández, M.; Chávez Figueredo, D.; Hechevarría Sosa, I. y Pino, J. 2010. Caracterización farmacognóstica de *Melissa officinalis L.* (Toronjil). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 15(4), 198-208.
- Torres Juan, M. 2017. Composición química y actividad antifúngica de los aceites esenciales de *Artemisia herba-alba* Asso, *Artemisia absinthium L.* Y

- Universidad Nacional de Córdoba (UNC). (2013). Apunte de Cátedra Sistemas de producción de cultivos intensivos. Ediciones Académicas UNC. Córdoba. Argentina.
- *Mentha longifolia* L. Trabajo de fin de grado en Ciencia y Tecnología de los Alimen. Universitat Politècnica de València.
- Winpenny, J., Heinz, I., Koo-Oshima, S. (2013). Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos? (informe sobre temas hídricos-FAO). Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-i1629s.pdf>
- Worms Argentinas S.A, Catálogo de productos. Recuperado de: <https://worms.mitiendanube.com/productos/humus-liquido-worms/>
- Yagüe, F. J. L y Legaspi, G. G. 1991. Técnicas de riego. Sistemas de riego para la agricultura. Mundi-prensa, México.

## ANEXO

**BIORGANUTSA:** es un fertilizante Químico-orgánico que se adapta mejor que los abonos químicos a las condiciones de suelos esqueléticos (arenosos), con bajos tenores de materia orgánica, o con problemas de salinidad o pH. Disminuye las pérdidas de Nitrógeno por lavado o percolación: su materia orgánica prehumificada junto al Nitrógeno en forma de nitrato y amonio de su formulación, logran niveles de eficiencia superiores a los fertilizantes químicos nitrogenados. Mayor respuesta con menos unidades. Todas las formulaciones BIO-ORGANUTSA incluyen el Calcio, Magnesio y Potasio en forma altamente disponible y tanto el Fosforo como los Microelementos quelatizados en la materia orgánica encuentran un vehículo ideal para llegar a la planta. (Daasons S.A, Bahía Blanca)

**COMPOSICIÓN:** es una mezcla física de distintos componentes orgánicos y químicos. De acuerdo con la formulación presenta una gran gama de grados N-P-K, Calcio, Magnesio, Azufre y elementos menores, que se adaptan a las condiciones de cada tipo de suelo y de cultivo. (Daasons S.A, Bahía Blanca)

**WORMS TEA:** Enmienda fertilizadora orgánica de estructura líquida que posee todos los nutrientes esenciales y una riquísima flora bacteriana que permite la recuperación de sustancias nutritivas de la tierra. (Worms Argentina S.A)