



Trabajo final de intensificación

Caracterización agroclimática de especies aromáticas - medicinales bajo riego en el sur de la provincia de Buenos Aires.



Franco, Lucas Ramiro

Docente Tutor

Dr. Espósito, Martín

Docentes consejeros

Dr. Rodríguez, Roberto - Mg. Ayastuy, Edurne

Asesor Externo

Ing. Agr. Belladonna, Damián

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur

Bahía Blanca, Diciembre 2020.

Agradecimientos

En primer lugar y principal a mi familia por su apoyo constante para poder concretar mis objetivos y fomentarme el deseo de especializarme.

A mis amigos, quienes fueron un gran soporte durante todo el transcurso de la carrera para poder lograr concretar mis metas.

A Espósito Martín y Belladonna Damián, por presentar siempre excelente predisposición y paciencia al brindarme sus conocimientos y apoyo constante para la finalización de este trabajo.

A Rodríguez Roberto y Ayastuy Edurne por aceptar ser mis consejeros.

A la Universidad Nacional del Sur y al Departamento de Agronomía por brindarme el espacio físico y la posibilidad para poder formarme como profesional.

Índice de contenido

Resumen.....	1
Introducción	2
Origen y utilización de las especies	2
Comercialización.....	3
Manejo del cultivo de aromáticas – medicinales	3
Importancia de las aromáticas en la región	6
Objetivos	8
Materiales y métodos	9
Localización.....	9
Clima	9
Historia y preparación del lote	10
Cultivos e instalación de las parcelas experimentales	10
Determinación de requerimientos hídricos para los cultivos	11
Equipo y programación de riego	12
Crecimiento y desarrollo de los cultivos.....	13
Cosecha y acondicionamiento del material	13
Contenido de materia seca y aceite esencial	14
Resultados y discusión	16
Análisis de las precipitaciones de la zona.....	16
Condiciones ambientales durante el período estudiado	17
Análisis de suelo	17
Análisis de agua	18
Desarrollo de los cultivos.....	19
Requerimiento de agua de los cultivos	20
Plagas y enfermedades.....	25
Cosecha y rendimiento de los cultivos	25
Caracterización de los aceites esenciales	26
Conclusiones.....	29
BIBLIOGRAFÍA	30
Anexo. Descripción de especies.	33

Índice de Figuras

Figura 2. Instalación del sistema de riego.....	11
Figura 3. Finalización de armado de las parcelas.....	11
Figura 4. Cultivo de ajenojo previo a la cosecha.....	14
Figura 5. Cultivo de lavandín previo a la cosecha.....	14
Figura 6. Cultivo de melisa previo a la cosecha.	14
Figura 7. Cultivo de romero previo a la cosecha.....	14
Figura 8. Equipo utilizado para extracción de aceite esencial.	15
Figura 9. Precipitaciones anuales y media anual para el período 1961/2018.....	16
Figura 10. Precipitaciones medias mensuales para el período 1961/2018.....	16
Figura 11. Curvas de kc de los cultivos estudiados.	21

Índice de tablas

Tabla 1: Datos meteorológicos durante el período en estudio.	17
Tabla 2: Composición mineralógica del suelo perteneciente al sitio de estudio.	17
Tabla 3: Valores y contenidos obtenidos en el análisis de fertilidad del suelo.	18
Tabla 4: Valores de contenido de elementos y RAS del agua utilizada para riego.....	18
Tabla 5: Valores de aniones importantes y otros parámetros del agua utilizada para riego.....	18
Tabla 6. Valores en porcentaje de prendimiento de cada especie.....	20
Tabla 7. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de ajenojo.	22
Tabla 8. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de lavandín.....	23
Tabla 9. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de melisa.	24
Tabla 10. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de romero.	25
Tabla 11. Valores obtenidos de rendimientos de los cultivos cosechados.....	26
Tabla 12. Datos promedios de altura o diámetro para cada especie.	19
Tabla 13. Composición de compuestos orgánicos en porcentaje del aceite esencial de ajenojo.	27

Resumen

Las plantas aromáticas son utilizadas en todo el mundo no sólo por sus propiedades organolépticas, sino también por sus componentes en sus aceites esenciales que las caracterizan como plantas medicinales. En Argentina este tipo de producciones presenta un gran potencial de desarrollo aún, pudiendo aprovechar el máximo potencial sobre la utilización de esta diversidad de especies con variables capacidades adaptativas a las diferentes zonas del país. En este trabajo se estudió la capacidad adaptativa al sudoeste de la provincia de Buenos Aires de cuatro especies aromáticas – medicinales: *Artemisia absinthium* “ajenjo”, *Lavandula hybrida* var INTA Reverchon “lavandín”, *Melissa officinalis* “melisa” y *Rosmarinus officinalis* “romero”. Se utilizó acolchado plástico y riego por goteo en cada parcela. Además, se estimó el requerimiento hídrico de riego para cada especie utilizando el software CROPWAT 8.0. Se evaluaron principalmente los rendimientos a cosecha de materia fresca y materia seca. Luego, se procedió a la extracción de aceite esencial. Para las condiciones climáticas en la zona de Bahía Blanca, los cultivos de “ajenjo” y “melisa” presentaron un excelente desempeño para su primer año de cultivo, con rendimientos cercanos a los máximos esperados para estas especies. En el caso del “lavandín” y “romero” presentaron un bajo nivel de adaptación frente a las condiciones estudiadas. Los datos obtenidos son aportes preliminares para una futura investigación sobre el seguimiento de los cultivos estudiados y como incentivo para los productores que quieran desarrollar producciones alternativas a los cultivos normalmente producidos en la zona del sudoeste bonaerense.

Introducción

Origen y utilización de las especias

En diversos testimonios históricos de diferentes culturas y civilizaciones, el hombre ha utilizado las plantas aromáticas y medicinales (Muñoz, 1996). El inicio de la producción de estas especias no está muy claro, pero probablemente proviene desde los comienzos de las enfermedades y el reconocimiento de las propiedades organolépticas de las plantas, las cuales servirían para el tratamiento de náuseas, dolores de cabeza y otras aflicciones (Craker, 2007). Las primeras fuentes históricas proceden de Egipto donde se preparaban esencias de cedros (40 siglos a.C.), para luego desde la edad media, se perfecciona el método de destilación por los árabes, siendo la esencia de romero una de las primeras en ser aislada. Inicialmente se hizo por instinto, luego de forma empírica y más tarde de forma racional, a partir del conocimiento en forma gradual de las propiedades terapéuticas de cada especie gracias a los avances tecnológicos (Muñoz, 1996).

Como consecuencia de una investigación continua de especias clasificadas como aromáticas y/o medicinales, comenzaron a demostrarse los beneficios particulares que presentan cada una de ellas, no sólo para su utilización de forma medicinal sino también como potenciadoras de sabores de los alimentos. Se estima que la expansión y distribución principal de este tipo de plantas pudo haber ocurrido originalmente mediante el transporte por rutas marítimas entre Asia y Europa, relacionadas al comercio de especias (Craker, 2007). Asimismo, las primeras especias medicinales en Norteamérica aparecieron mediante plantas que acarrearaban los colonizadores desde Europa, sumándole a ellas las especias que utilizaban los nativos para sus tratamientos (Craker, 2006).

La mayoría de las enfermedades, hasta el siglo pasado, se trataban con plantas medicinales, por lo que fue indispensable que la medicina adopte un conocimiento integral y profundo de este tipo de plantas. Al comienzo se extraían los compuestos útiles de cada una de las especias a fin de generar un concentrado, para luego comenzar a fabricar industrialmente medicamentos sintéticos sin utilización de plantas. Con el desarrollo de la industria farmacéutica, la medicina oficial se olvidó de la utilización directa de las plantas medicinales. De todas maneras, hoy en día muchos malestares frecuentes se pueden prevenir y/o aliviar gracias al uso de estos cultivos (Ledesma y Nava, 2017).

Estas especias presentan sustancias volátiles con olores característicos, que se componen de aceite esencial, exudados, bálsamo y oleorresina y se localizan en todas las partes de las plantas, desde la raíz hasta principalmente las flores y frutos. Los aceites esenciales son sustancias altamente concentrados, en bajo volumen y con una gran calidad de producto (Joy, 1998).

Actualmente, el 80% de la población de países subdesarrollados y países en desarrollo confían en la medicina tradicional, mientras que el 65% de la población en países desarrollados utilizan la medicina complementaria y/o alternativa (Başer, 2005). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), por definición, la medicina tradicional es *“la suma total de conocimientos, habilidades y prácticas basados en teorías, creencias y experiencias oriundos de*

las diferentes culturas, sean o no explicables, y usados en el mantenimiento de la salud, así como en la prevención, diagnosis o tratamiento de las enfermedades físicas o mentales”; mientras que el Centro Nacional de Salud Complementaria e Integral (NCCIH, por sus siglas en inglés), define a la medicina complementaria y/o alternativa como: “el conjunto de diversos sistemas, prácticas y productos médicos y de atención de la salud que no se consideran actualmente parte de la medicina convencional”

La utilización de plantas con fin medicinal está involucrada en el concepto de medicina tradicional como así también dentro de la medicina complementaria/alternativa. Tal es la importancia que, en países asiáticos como China, Corea (Norte y Sur) y Vietnam, estos métodos están involucrados dentro del sistema de medicina convencional e incluso están integrados dentro del sistema de salud público.

Otro ejemplo importante es India (se estima que es el mayor productor mundial de aromáticas) en donde, además, existe registro y calificación de quienes practican este tipo de medicina. Tienen laboratorios dentro del sistema de salud pública para la evaluación y seguridad de las hierbas porque existe una marcada diferenciación entre la competencia de la medicina tradicional y la medicina alternativa/complementaria (Nogales Gaete, 2004).

Comercialización

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).

A nivel mundial, el consumo de aromáticas y medicinales también ha tenido un aumento sostenido del 4% en los últimos años. La participación de Argentina en los mercados externos es pequeña, presentando alrededor de 0,2% en el mercado mundial de exportaciones y 0,3% en el mercado mundial de importaciones. Es clave destacar que presenta un gran potencial para disminuir las importaciones y aumentar las exportaciones (Galmarini, 2009).

En nuestro país este tipo de producción tiene una gran importancia social y regional, involucrando a más de 3.000 pequeños productores de aromáticas, con aproximadamente 18.000 ha de producción y más de 1.000 recolectores de especies nativas (Galmarini, 2009).

Manejo del cultivo de aromáticas – medicinales

Preparación del suelo y fertilización

Un buen indicador de la fertilidad tanto física como química de los suelos, además de los análisis correspondientes, es la observación de la vegetación espontánea. Por ejemplo, *Urtica dioica* “ortiga”, *Taraxacum officinale* “diente de león” o *Trifolium repens* “trébol blanco” son buenas indicadoras de suelos con buena fertilidad (Restrepo *et al.* 2013).

Para las condiciones de acidez o alcalinidad del suelo, las especies estudiadas crecen en óptimas condiciones con un pH igual o mayor a 7, tolerando mejor los suelos alcalinos (Moré *et al.* 2010).

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⁻¹. También estas especies se pueden realizar en siembra directa con dosis que varían de 3 a 10 kg ha⁻¹ (Muñoz, 1996).

Se recomienda la instalación de acolchado plástico como cobertura, 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.

Cosecha

La cantidad de cortes anuales dependerá de las condiciones de desarrollo de los cultivos, de la especie misma y de la parte de la planta deseada (mayor cantidad de hoja en melisa e inflorescencias en lavandín). Generalmente, se realizan 2 o 3 cortes en los cultivos de melisa y ajeno, y solamente 1 corte anual para lavandín y romero (Moré *et al.* 2010). 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).

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. Se recomienda realizarlo al sol para reducir el tiempo de exposición del material al aire libre, sobre una superficie seca, con buena ventilación para favorecer el aireado del material. El tiempo estipulado para este procedimiento dependerá principalmente de la humedad relativa del aire y de la temperatura ambiente. Por último, se deberá colocar el material recolectado bajo techo a fin de resguardarlo de la intemperie, (Argüello *et al.* 2012).

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 despallado 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 (despalladora), éste último para las producciones a gran escala y un contenido de humedad del material de aproximadamente un 10% (Argüello *et al.* 2012).

Destilación y obtención de aceite esencial

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. 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 al 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).

Almacenamiento

El material seco debe ubicarse en un ambiente con temperatura no superior a los 24 °C con una humedad relativa alrededor de 45%. En cambio, los aceites esenciales deben almacenarse en un lugar fresco y seco (Muñoz, 1996).

Importancia de las aromáticas en la región

La implantación de este tipo de cultivos en una producción íntegra de especies aromáticas y/o en plantaciones intercalares con especies frutales o forestales, es una excelente alternativa para mejorar la eficiencia y sustentabilidad de los sistemas agropecuarios. Algunas de las ventajas indirectas más relevantes serían: mejorar la textura y estructura del suelo; fomentar la apicultura como actividad adicional; obtener un ingreso extra por la comercialización de las cosechas de las especies complementarias y el producto obtenido de las colmenas; estimular la diversificación de cultivos favoreciendo la presencia de determinados insectos como polinizadores hasta controladores biológicos importantes, etc. (Muñoz *et al.* 1997).

Un relevamiento realizado en la región pampeana indicó que las principales dificultades de la producción de estas especies son comerciales, se deben a falta de transparencia en el mercado y variaciones de los precios. Además, detalla que los principales problemas agronómicos son principalmente la falta de maquinaria al momento de cosecha, falta de información en general y problemas con el control de malezas, falta de tecnologías de riego, desconocimiento del manejo por parte de los productores, etc. (Paunero, 2016).

Algunos de los partidos del Sudoeste Bonaerense (Tornquist, Puán, Coronel Rosales, Bahía Blanca, Villarino y Patagones) reúnen las condiciones agroecológicas para el desarrollo de las plantas de estas especies. Estos cultivos desarrollados bajo riego, utilizando nuevas tecnologías y en producciones orgánicas, podrían ser un complemento importante a las

producciones agrícolas tradicionales desarrolladas en la región, principalmente para los pequeños y medianos productores. Por tal motivo se plantean los siguientes objetivos:

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la adaptación de las especies de “Ajenjo” (*Artemisia absinthium*), “Lavandín” (*Lavandula hybrida* var INTA Reverchon 2044), “Melisa” (*Melissa officinalis*) y “Romero” (*Rosmarinus officinalis*) bajo condiciones de riego en la región del Sudoeste Bonaerense.

Objetivos particulares

- Determinar la producción de biomasa aérea de las plantas para obtención de su aceite esencial.
- Determinar la necesidad hídrica de los cultivos durante el ciclo productivo.
- Realizar un seguimiento de plagas y enfermedades en las especies.
- Generar documentación base para los productores interesados en la producción de estas especies.

Materiales y métodos

Este estudio forma parte de una red de ensayos de aromáticas en diferentes localidades (Coronel Suárez, Hilario Ascasubi, Napostá, Pehuen C6, Punta Alta y Tornquist) que fueron desarrollados con un proyecto de vinculaci6n tecnol6gica de la Secretaría de Políticás Universitarias (SPU) denominado "Universidades Agregando Valor". Integrado por la Universidad Nacional del Sur, el INTA y Escuelas Agropecuarias de la regi6n, con la finalidad de promover la generaci6n 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.

Localizaci6n

La experiencia fue realizada en el campo experimental Napostá, propiedad de la Provincia de Buenos Aires y gestionado mediante convenio con la UNS, entre el Dpto. de Agronomía y el Ministerio de desarrollo Agrario de Bs. As, sobre la ruta provincial N.º 33, a 35 kil6metros de Bahía Blanca (38°25'36.0"S 62°17'07.0"W) (Figura 1). El estudio abarc6 el período entre septiembre del 2017 y abril del 2018.

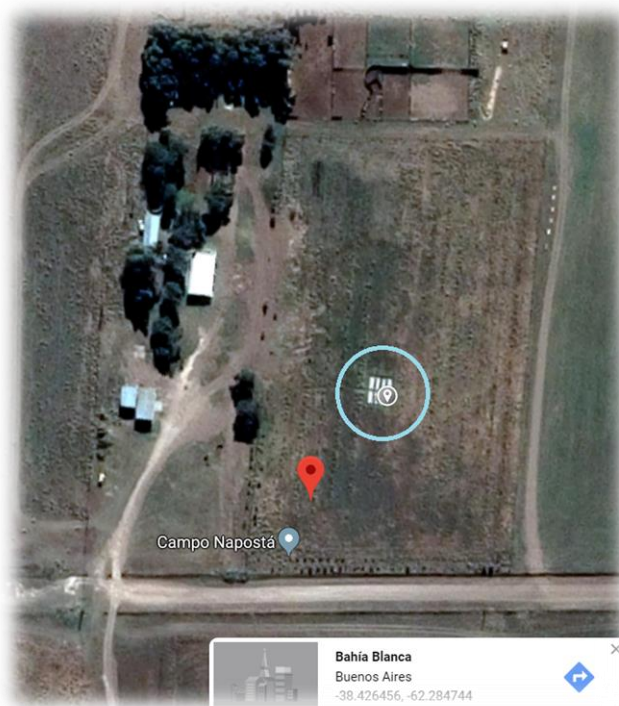


Figura 1. Imagen satelital de la ubicaci6n de las parcelas de ensayo en el campo Napostá.

Clima

El partido de Bahía Blanca está comprendido dentro del tipo climático BS semiárido, según el sistema de clasificaci6n climática de Köppen. Las lluvias otorgan un carácter subhúmedo o de transici6n (Mormeneo, 2001). Para el análisis de la informaci6n pluviométrica

se utilizaron los datos de precipitaciones diarios obtenidos de la Estación meteorológica Bahía Blanca que pertenece a la red del Servicio Meteorológico Nacional, ubicada en la Base Aeronaval Comandante Espora, para una serie histórica que registra 57 años (1961 - 2018) de datos.

La estación meteorológica utilizada es la más cercana al sitio de estudio y por su extenso registro de datos garantiza resultados confiables para la interpretación y análisis de las condiciones climáticas durante el desarrollo del ensayo.

Historia y preparación del lote

El lote estaba destinado como pastizal natural sin pastoreo, compuesto por especies anuales y perennes como “vicia” (*Vicia villosa*), “cebadilla” (*Bromus catharticus*), “avena guacha” (*Avena fatua*), “pasto llorón” (*Eragrostis curvula*), “cardo” (*Carduus* spp.) entre otras especies.

Se realizaron trabajos de acondicionamiento de suelo que consistieron en varias pasadas con un arado de disco y desmenuzando del suelo con una azada. Este trabajo permitió acondicionar el suelo para la implantación de las especies y facilitar la instalación del sistema de riego por goteo.

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 la muestra de suelo se determinó la textura, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. En cambio, en el análisis de agua se cuantificó cationes y aniones mayoritarios, a los efectos de calificar la aptitud del recurso para riego, empleando la clasificación propuestas por Riverside y FAO.

Cultivos e instalación de las parcelas experimentales

Durante el desarrollo del ciclo de las cuatro especies evaluadas se estudió el comportamiento, crecimiento, desarrollo, rendimiento de materia seca y aceite esencial. A continuación, se detallan las especies y variedades estudiadas:

- *Artemisia absinthium* “ajenjo”.
- *Lavandula hybrida* var. INTA Reverchon 2044 “lavandín”.
- *Melissa officinalis* “melisa”.
- *Rosmarinus officinalis* “romero”.

Los plantines de melisa, ajenjo y romero fueron obtenidos de un vivero ubicado en Luján de Cuyo, provincia de Mendoza (Lunta S.R.L.). En cambio, los plantines de lavandín pertenecían al vivero denominado “plantación Amaranta” de la provincia de Córdoba. Las bandejas que llegaron de ambos viveros, luego del transporte, fueron estivadas y mantenidas en invernadero

por unos días hasta el momento de la implantación, que se realizó en el mes de septiembre del 2017.

Previo a la implantación, se procedió a instalar el riego localizado con cintas de goteos incorporados autocompensantes, distanciados a 0,33 m, que erogaban un caudal de 1,6 l h⁻¹ (Figura 2). Luego se colocó el acolchado de polietileno utilizando un silo bolsa (blanco y negro) de 200 micrones, con la cara blanca hacia el exterior para evitar un aumento de la temperatura en los meses de verano. La utilización de acolchado plástico es una buena herramienta para evitar el crecimiento de malezas que compitan con el cultivo de las especies, disminuir considerablemente la evaporación del suelo reflejado en la evapotranspiración del cultivo, requiriendo así menores cantidades de agua de riego (Joy, 1998).

El diseño del ensayo consistió en 4 parcelas de 5m de longitud por 1,6 m de ancho, distanciadas entre ellas a 0,7 m. En cada parcela se implantaron 45 ejemplares de cada especie, con un marco de plantación de 0,53 m entre hileras y 0,33 m entre plantas para la misma hilera (Figura 3).



Figura 2. Instalación del sistema de riego.



Figura 3. Finalización de armado de las parcelas.

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).

$$\text{Ecuación 1: } \mathbf{ETc = ETo \times Kc}$$

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.

Ecuación 2:
$$\left(ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 u_2)} \right)$$

donde:

ET_o evapotranspiración de referencia (mm día⁻¹)

R_n radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m⁻² día⁻¹)

G flujo del calor de suelo (MJ m⁻² día⁻¹)

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

u₂ velocidad del viento a 2 m de altura (m s⁻¹)

e_s presión de vapor de saturación (kPa)

e_a presión real de vapor (kPa)

e_s - e_a déficit de presión de vapor (kPa)

Δ pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C⁻¹)

γ constante psicrométrica (kPa °C⁻¹)

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 ET_c 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.

Equipo y programación de riego

El cabezal de riego ubicado en el interior del galpón de chapa está compuesto por filtros de arena y malla, un temporizador conectado a un tablero eléctrico para activar y desactivar las electroválvulas, que son las encargadas de iniciar los riegos programados. Debido a la diferencia de altura sobre el nivel del mar, entre la fuente de agua (tanque australiano) y las cintas de goteros ubicadas sobre el suelo de las parcelas, no es necesario utilizar una bomba que impulse el agua hasta la salida de los emisores.

Sobre la tubería secundaria se colocó un manómetro para medir la presión de trabajo durante el funcionamiento de los emisores. Sin utilizar una bomba impulsora, la presión de trabajo alcanzaba un valor de 0,5 kg cm⁻² por efecto de la diferencia de altura existente entre el lote y la fuente de agua.

A partir de los resultados obtenidos de la ET_c, se procedió a realizar los turnos de riego para cada especie. Durante el período de implantación, los turnos fueron de dos horas diarias durante tres días a la semana para las parcelas de lavandín, ajeno y romero. Sin embargo, en la melisa, la programación de riego era de dos horas diarias durante cinco días a la semana y luego de la primera fertilización se agregó un turno adicional de 2 horas más.

Crecimiento y desarrollo de los cultivos

Desde la implantación hasta cosecha se realizaron monitoreos periódicos sobre el cultivo y, una semana previa a la cosecha, para los cultivos de ajenjo y melisa se tomaron mediciones alcanzadas hasta ese momento de diámetro de corona de las plantas, mientras que para los cultivos de lavandín y romero se midió la altura alcanzada de las plantas para esa fecha. En el caso del romero se pudieron tomar las medidas previo a la muerte de las plantas.

Se realizaron fertilizaciones en dos fechas, con humus líquido diluido al 5,26 % (0,5 l de enmienda en 9,5 l de agua) a razón de 40 ml de fertilizante por planta. La primera, previo a la floración (21/12/17) y la segunda después de la cosecha (11/01/18). Además, se controló la ocurrencia de plagas y enfermedades durante todo el desarrollo de los cultivos.

Cosecha y acondicionamiento del material

Se realizaron diferentes cosechas para cada una de las especies estudiadas, cuando las plantas alcanzaban un 10% de floración se realizaba un corte a 5 cm del suelo en todas las plantas de las parcelas.

Cada cultivo presentó diferente fecha de cosecha:

- En el caso del Ajenjo, se pudo realizar un corte al final del período estudiado, el cual abarcó desde la plantación (21/09/2017) hasta la cosecha realizada el día 18/04/2018. Se cosecharon hojas, tallos y flores (Figura 4).
- Para el Lavandín se recolectaron únicamente las inflorescencias y ocurrió a mitad del período total en estudio (Figura 5). El período de estudio de este cultivo abarcó desde la plantación (21/09/2017) hasta el día de la cosecha (11/01/2018).
- En el caso de la Melisa pudieron realizarse dos cosechas durante todo el período, la primera el 11/01/2018 y la segunda el 18/04/2018. Se cosecharon hojas, tallos y flores (Figura 6).
- El Romero no fue cosechado debido a una importante pérdida de la mayoría de las plantas debido a desperfectos ocurridos con el sistema de riego unos días antes de efectuar los cortes (Figura 7).

Una vez obtenido el material cosechado se procedió al secado, el cual fue realizado en bolsas cebolleras colgadas dentro de un invernadero del Dpto. de Agronomía, con buena aireación y luminosidad. Luego fueron despalladas y pesadas, para obtener el rendimiento por parcela y extrapolar el rendimiento a una hectárea.



Figura 4. Cultivo de ajenojo previo a la cosecha.



Figura 5. Cultivo de lavandín previo a la cosecha.



Figura 6. Cultivo de melisa previo a la cosecha.



Figura 7. Cultivo de romero previo a la cosecha.

Contenido de materia seca y aceite esencial

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.

La extracción de aceite se realizó mediante hidrodestilación, tomando una muestra de 100 g de cada especie y operando el destilador durante 3 horas (Figura 8). 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.

Una vez obtenido el aceite, se llevó al Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur para su análisis por cromatografía gaseosa.

El análisis por CG-EM (cromatografía gaseosa asociada a espectrometría de masas) fue realizado en un cromatógrafo de gases Agilent GC 7890B acoplado a un detector selectivo de masas 5977A, equipado con una columna capilar HP-5, utilizando helio como gas carrier.



Figura 8. Equipo utilizado para extracción de aceite esencial.

Resultados y discusión

Análisis de las precipitaciones de la zona

La precipitación anual varía entre 96,9 mm y 1.075,0 mm para un período de registros de 57 años (1961/2018), con un valor histórico medio anual de 602,8 mm (Figura 9).

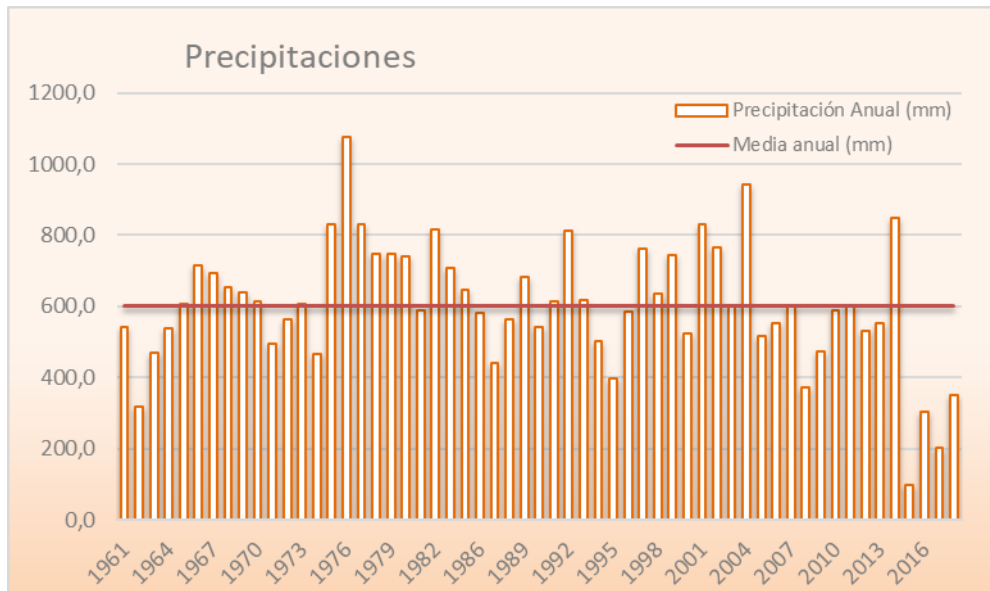


Figura 9. Precipitaciones anuales y media anual para el período 1961/2018.

Al evaluar el mismo período, las precipitaciones medias máximas mensuales se distribuyen principalmente desde el mes de octubre hasta marzo, coincidiendo con las mayores demandas hídricas de los cultivos estudiados (Figura 10).

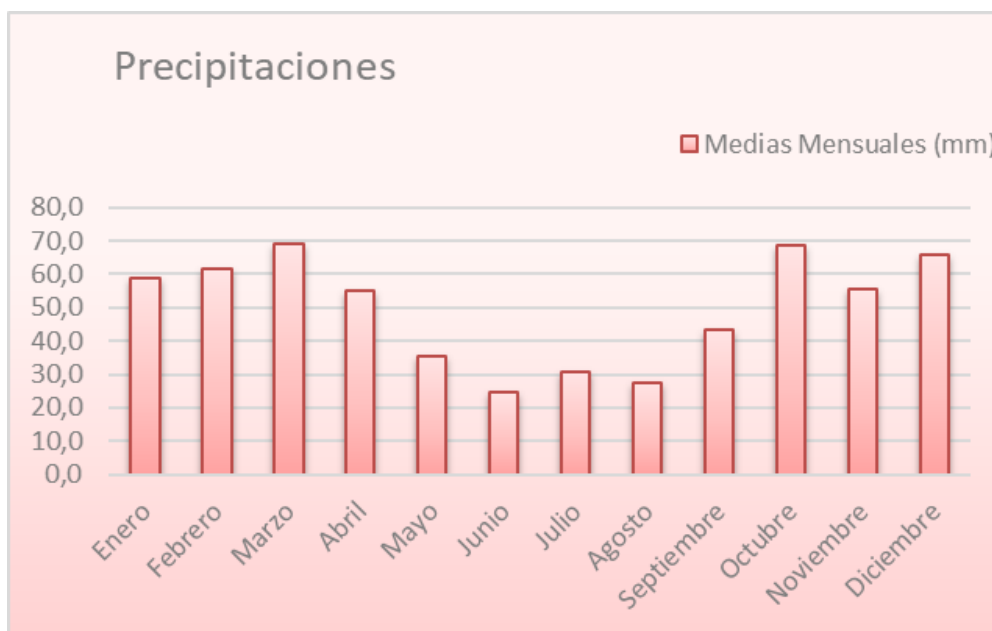


Figura 10. Precipitaciones medias mensuales para el período 1961/2018.

Condiciones ambientales durante el período estudiado

Al comparar los datos recolectados de las precipitaciones (Tabla 1) para el período de desarrollo de los cultivos con los datos históricos medios de la Figura 10, se puede observar que las lluvias ocurridas en el período de septiembre del 2017 a marzo del 2018, son menores a la media histórica registrada (1961-2018). Además, se observa una diferencia en la distribución de las lluvias, donde el mayor registro se observó en el mes de enero de 2018, a diferencia de los datos históricos que indican las mayores precipitaciones ocurren en los meses de primavera y otoño.

Tabla 1: Datos meteorológicos durante el período en estudio.

Mes	Tº mínima (°C)	Tº máximas (°C)	% HR	Precipitaciones (mm)
2017				
Septiembre	-1,7	14,4	49,9	0,9
Octubre	2,2	16,1	48,7	16,2
Noviembre	5,3	21,0	44,6	14,7
Diciembre	8,5	25,2	44,1	14,0
2018				
Enero	9,8	23,5	38,4	20,5
Febrero	10,1	27,6	40,0	12,4
Marzo	5,5	17,5	42,8	14,3

Análisis de suelo

La composición mineralógica del suelo indica una presencia dominante de arena y en menor medida limo y arcillas. Según la proporción de estos componentes el suelo tiene una textura franco arcillo arenoso (Tabla 2).

Tabla 2: Composición mineralógica del suelo perteneciente al sitio de estudio.

Parámetros	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura
	21.3	20.2	58.5	franco arcillo arenoso

El pH (7,1) es caracterizado como neutro, ideal para el desarrollo de la mayoría de los cultivos debido a la capacidad de balancear la disponibilidad y asimilación de los nutrientes (Andrades y Martínez, 2014) (Tabla 3).

El alto contenido de M.O. no sólo demuestra una buena fertilidad del suelo, sino también una excelente estructura, con una buena porosidad total y condiciones para una apta capacidad de intercambio catiónico. Además, este escenario permite fomentar una mejor actividad biológica de la micro y meso fauna (Tabla 3) (Bernal *et al.* 2015).

Tabla 3: Valores y contenidos de parámetros importantes obtenidos en el análisis de fertilidad del suelo.

Parámetros	pH	M.O. (%)	N (%)	Pd (ppm)	K (ppm)
	7.1	3.91	0.22	48.2	962

Análisis de agua

Según la clasificación propuesta por la FAO, el agua utilizada para riego presenta ligeras a moderadas restricciones, debido a los valores de RAS que se encuentran en un rango de 6 a 12 y, a su vez, la conductividad eléctrica entre 0.5 y 1.9 dS m⁻¹ (Tabla 4).

El recurso hídrico según Riverside se clasifica como C3 S2, explicándose como agua de alto contenido salino, apta para riego en suelos con buen drenaje. Con medio a alto contenido de sodio que se torna peligrosa la acumulación de este ion en el perfil por el tipo de suelo donde es aplicado el riego.

Es importante mencionar que el riego de los cultivos se realiza por el sistema de goteros (riego localizado de alta frecuencia), donde este sistema posee la particularidad de desplazar las sales a la periferia del bulbo húmedo que garantiza un volumen de suelo con menores contenidos de sales que permiten un crecimiento óptimo del cultivo. Este tipo de riego provoca una facilidad mayor de absorción de agua por su localización en la zona radical y por una menor concentración de sales en dicho sector (Pizarro, 1996).

Además, en los años donde las precipitaciones superan los registros medios históricos se produce un lixiviado de las sales hasta los horizontes más profundos, dejando el sistema con menos concentración de sales, entre ellas, el ion sodio (Sasal *et al.* 2010).

En cuanto a la dureza, el agua no presenta ningún tipo de problemas, debido a su valor (10.6 °F) se puede clasificar como agua dulce.

Tabla 4: Valores de contenido de elementos y RAS del agua utilizada para riego.

Parámetros	C.E. (dS m ⁻¹)	Na (mg L ⁻¹)	Mg (mg L ⁻¹)	K (mg L ⁻¹)	Ca (mg L ⁻¹)	RAS
	1,5	280	13,5	3,6	20,3	11,8

Tabla 5: Valores de aniones importantes y otros parámetros del agua utilizada para riego.

Parámetros	N-NO ³⁻ (mg L ⁻¹)	CO ³⁻ (mg L ⁻¹)	HCO ³⁻ (mg L ⁻¹)	SO ⁴⁻ (mg L ⁻¹)	PO ⁴⁻ (mg L ⁻¹)	As (mg L ⁻¹)	SDT (mg L ⁻¹)
	4,91	91,6	337,3	189	0,45	0,079	944

Desarrollo de los cultivos

En la tabla 6 se detallan los valores promedio en centímetros de las mediciones tomadas una semana previa al corte de cada cultivo.

Tabla 6. Datos promedios de altura o diámetro para cada especie.

Especie	Momento de medición	Altura (cm)	Diámetro (cm)
<i>Artemisia absinthium</i>	Corte único	-	30,1
<i>Lavandula hybrida</i> var. <i>INTA Reverchon</i> 2044	Corte único	24,9	-
<i>Melissa officinalis</i>	1° Corte	-	26,6
	2° Corte	-	31,4
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Corte único	27,3	-

El ajeno presentó un buen desarrollo durante su primer año de crecimiento, desde la implantación hasta la cosecha; por otro lado, las plantas de melisa, tuvieron una excelente adaptación a las condiciones de estudio reflejado en las dos cosechas que se realizaron durante el ciclo analizado. Estos cortes se efectuaron al momento que las plantas presentaban un 10% de floración.

El lavandín y el romero fueron los que menos se adaptaron a estas condiciones de ensayo. El acolchado con polietileno no favoreció el buen crecimiento y desarrollo de estos cultivos, debido a una menor evaporación de agua en el suelo, que generó condiciones de mucha humedad. Este comportamiento se debió a que ambos son cultivos xerófilos, con muy bajos requerimientos de agua para su desarrollo, y al haber estado sometidos a condiciones de humedad elevada durante el crecimiento provocó un estado de estrés, llegando a perder las plantas (Álvarez Herrera *et al.* 2010).

Además, un desperfecto en la programación del riego en la etapa final del crecimiento, ocasionó una inundación en el sitio de estudio, que provocó la pérdida de muchos ejemplares de ambas especies, confirmando la capacidad que presentan para desarrollarse en ambientes áridos.

El ajeno y la melisa fueron los dos cultivos que presentaron el mejor desempeño en la iniciación y durante el desarrollo del ensayo, observándose un 100% en el ajeno, 80% en melisa y el romero y lavandín alcanzaron un 67% de establecimiento en el ensayo (Tabla 7).

Tabla 7. Valores en porcentaje de establecimiento de cada especie.

Fecha	Especie			
	Ajenjo	Lavandín	Melisa	Romero
05/10/2017	45	45	45	45
25/10/2017	45	41	42	45
16/11/2017	45	38	40	43
01/12/2017	45	37	40	41
04/01/2018	45	31	38	39
19/01/2018	45		38	38
09/02/2018	45		38	34
01/03/2018	45		36	31
Establecimiento (%)	100	69	80	69

Requerimiento de agua 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 (Figura 11).

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 a 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.



Figura 11. Curvas de Kc de los cultivos estudiados.

Utilizando el programa CROPWAT 8.0. se determinó que los días de mayor evapotranspiración de referencia (ET_o) ocurren en el mes de enero, con un valor de 7,9 mm día⁻¹. A su vez, el registro menor de ET_o se debió al mes de abril, con un valor calculado de 3,3 mm día⁻¹.

Los aforos realizados quincenalmente en los goteros del sistema de riego arrojaban valores medio de 0,2 l h⁻¹ a una presión de trabajo de aproximadamente 0,5 Kg cm⁻¹ (5 m.c.a.).

A continuación, se analizan los requerimientos hídricos de cada uno de los cultivos:

➤ ***Artemisia absinthium* "Ajenjo"**

En este cultivo se obtuvo un valor máximo de ET_c equivalente a 6,5 mm día⁻¹ perteneciente al mes de enero, con magnitudes muy similares durante el transcurso del mes (Tabla 8).

A partir de este dato y de las precipitaciones efectivas medias, se obtuvo el requerimiento neto de riego, cuyo valor es de 142,5 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 27% del requerimiento hídrico.

Para todo el período analizado la precipitación efectiva podría cubrir el 58,5% de la demanda total de agua, obteniéndose un requerimiento bruto de riego de 376,6 mm, cuando se considera una eficiencia de riego del 90%, por tratarse de un sistema de riego por goteo.

Tabla 8. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de ajeno de los parámetros: Evapotranspiración del cultivo ajeno (ETc), Precipitación efectiva (Pe), Requerimiento neto de riego (Req Neto) y Requerimiento bruto de riego (Req Bruto).

Mes	Dec	ETc (mm día ⁻¹)	ETc (mm dec ⁻¹)	Prec. Efec (mm dec ⁻¹)	Req. Neto (mm dec ⁻¹)	Req. Bruto 90% (mm dec ⁻¹)
Sep	3	0,7	7,4	16,1	0	0,0
Oct	1	0,8	7,9	19,7	0	0,0
Oct	2	0,8	8,4	22,6	0	0,0
Oct	3	1,0	10,6	20,6	0	0,0
Nov	1	1,1	11,0	17,5	0	0,0
Nov	2	1,3	13,0	15,7	0	0,0
Nov	3	2,2	21,9	17,1	4,8	5,3
Dic	1	3,3	33,3	19,2	14,1	15,7
Dic	2	4,6	46,0	20,4	25,6	28,4
Dic	3	5,8	63,6	19,5	44,1	49,0
Ene	1	6,3	62,9	18,0	45,0	50,0
Ene	2	6,5	64,8	17,1	47,7	53,0
Ene	3	6,1	67,5	17,7	49,8	55,3
Feb	1	5,8	57,8	18,3	39,5	43,9
Feb	2	5,2	51,9	18,7	33,2	36,9
Feb	3	4,3	34,0	19,4	14,7	16,3
Mar	1	3,4	33,9	20,6	13,3	14,8
Mar	2	2,6	26,2	21,4	4,8	5,3
Mar	3	2,0	22,2	19,8	2,3	2,6
Abr	1	1,5	14,9	18,1	0	0,0
Abr	2	1,1	8,6	13,5	0	0,0
			667,8	391,0	338,9	376,6

➤ ***Lavandula hybrida* var. INTA Reverchon 2044 “Lavandín”**

En este cultivo se calcularon las necesidades hídricas desde la implantación hasta el momento en que se realizó el único corte de cosecha.

Los valores máximos de ETc se registraron en el período desde la segunda decena de diciembre hasta los primeros diez días del mes de enero, con un valor máximo de 5,7 mm día⁻¹ en los últimos diez días de diciembre.

Durante el período total analizado las precipitaciones efectivas podrían cubrir el 82,7% del requerimiento hídrico de este cultivo, siendo necesario una lámina bruta de agua de riego de 115,2 mm para cubrir el requerimiento bruto de riego (Tabla 9). Estos valores obtenidos coinciden con los reportados por Moré *et al.* (2010) donde informa que esta especie se desarrolla con total normalidad en sitios con precipitaciones anuales de aproximadamente entre 400 mm.

Tabla 9. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de lavandín de los parámetros: Evapotranspiración del cultivo de lavandín (ETc), Precipitación efectiva (Pe), Requerimiento neto de riego (Req Neto) y Requerimiento bruto de riego (Req Bruto).

Mes	Decena	ETc (mm día ⁻¹)	ETc (mm dec ⁻¹)	Prec. Efec (mm dec ⁻¹)	Req. Neto (mm dec ⁻¹)	Req. Bruto 90% (mm dec ⁻¹)
Sep	3	0,7	7,4	16,1	0,0	0,0
Oct	1	0,8	7,9	19,7	0,0	0,0
Oct	2	0,8	8,4	22,6	0,0	0,0
Oct	3	1,0	10,6	20,6	0,0	0,0
Nov	1	1,1	11,0	17,5	0,0	0,0
Nov	2	1,2	12,2	15,7	0,0	0,0
Nov	3	1,3	13,1	17,1	0,0	0,0
Dic	1	2,3	22,6	19,2	3,4	3,8
Dic	2	4,5	44,5	20,4	24,1	26,8
Dic	3	5,7	62,7	19,5	43,2	48,0
Ene	1	4,9	48,6	18,0	30,6	34,0
Ene	2	2,5	2,4	1,7	2,4	2,7
			251,4	208,1	103,7	115,2

➤ *Melissa officinalis* “Melisa”

En esta especie se pudo realizar dos cosechas durante el período en estudio y por ende se obtuvieron dos etapas de máximos consumos hídricos (Figura 11).

Para la primera parte del ciclo del cultivo, la mayor ETc ocurrió durante los últimos diez días del mes de diciembre, obteniéndose un valor promedio de 7,2 mm día⁻¹, en coincidencia con los mayores valores de ETc que ocurrieron desde la segunda decena del mes de diciembre hasta la primera decena del mes de enero, momento en el que se realiza la primera cosecha.

Hasta esa fecha, se obtiene un requerimiento de riego neto de 178,8 mm y 198,6 mm de requerimiento de riego bruto (Tabla 10).

Luego de la primera cosecha se calcula la segunda parte del ciclo de mayor ETc, con un valor máximo de 4,9 mm día⁻¹, el cual ocurre durante los últimos diez días del mes de febrero y las dos primeras decenas del mes de marzo.

Para esta segunda parte, el riego neto requerido para el cultivo es de 114,1 mm y el bruto de 126,7 mm.

Generalmente para todo el período en estudio, considerando que las precipitaciones efectivas pudieran cubrir el 62,39% de la demanda total de agua que necesita el cultivo, el requerimiento bruto de riego aproximado es de 325,70 mm.

Estos datos son comparables con los resultados obtenidos por Calfuquir (2020) en un estudio donde evaluó la producción orgánica de melisa y analizó los requerimientos hídricos de este cultivo frente a condiciones climáticas similares y con riego por goteo utilizando aguas residuales del frigorífico ubicado en la localidad de Cabildo (provincia de Buenos Aires) y obtuvo valores mayores de requerimiento neto y bruto de riego, esto podría deberse a la menor

ocurrencia de precipitaciones de ese año que pudieron cubrir un 52,6% de la demanda del cultivo.

Tabla 10. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de melisa de los parámetros: Evapotranspiración del cultivo de melisa (ETc), Precipitación efectiva (Pe), Requerimiento neto de riego (Req Neto) y Requerimiento bruto de riego (Req Bruto).

Mes	Decena	ETc (mm día ⁻¹)	ETc (mm dec ⁻¹)	Prec. Efec (mm dec ⁻¹)	Req. Neto (mm dec ⁻¹)	Req. Bruto 90% (mm dec ⁻¹)
Sep	3	0,7	7,4	16,1	0	0,0
Oct	1	0,8	7,9	19,7	0	0,0
Oct	2	0,8	8,4	22,6	0	0,0
Oct	3	1,0	10,6	20,6	0	0,0
Nov	1	1,1	11	17,5	0	0,0
Nov	2	1,4	13,5	15,7	0	0,0
Nov	3	2,6	26,3	17,1	9,3	10,3
Dic	1	4,3	43,1	19,2	23,9	26,6
Dic	2	6,2	61,9	20,4	41,5	46,1
Dic	3	7,2	79,5	19,5	60	66,7
Ene	1	6,0	59,7	18	41,7	46,3
Ene	2	2,5	24,45	17,1	7,4	8,2
Ene	3	2,3	25,5	17,7	7,9	8,8
Feb	1	2,2	21,9	18,3	3,6	4,0
Feb	2	3,2	31,6	18,7	12,9	14,3
Feb	3	4,4	35,3	19,4	15,9	17,7
Mar	1	4,9	49,4	20,6	28,9	32,1
Mar	2	4,4	43,6	21,4	22,2	24,7
Mar	3	3,2	35,3	19,8	15,4	17,1
Abr	1	2,1	20,6	18,1	2,5	2,8
Abr	2	1,2	9,7	13,5	0	0,0
			626,65	391	293,1	325,7

➤ *Rosmarinus officinalis* "Romero"

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).

En este cultivo no se pudo realizar la cosecha, sin embargo, se procedió a calcular los requerimientos hídricos y se detalló en la curva de Kc (Figura 11) la fecha aproximada donde se hubiera realizado la cosecha del material.

El valor máximo de ETc ocurrió a mediados del mes de enero, mostrando un valor máximo de 6,0 mm día⁻¹ (Tabla 11). Se destacó que a partir de a mediados del mes de diciembre las necesidades de riego podrían ser requeridas, ya que las precipitaciones cubrieron las primeras etapas del crecimiento de esta especie. 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.

Las precipitaciones efectivas podrían cubrir un 61,5% de los requerimientos de agua en todo el ciclo del cultivo y según estos valores, el requerimiento bruto de riego sería de 296,0 mm si se regara con un sistema de riego por goteo que tiene una eficiencia de aplicación de un 90%.

Tabla 11. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 para el cultivo de romero de los parámetros: Evapotranspiración del cultivo de romero (ETc), Precipitación efectiva (Pe), Requerimiento neto de riego (Req Neto) y Requerimiento bruto de riego (Req Bruto).

Mes	Decena	ETc (mm día ⁻¹)	ETc (mm dec ⁻¹)	Prec. Efec (mm dec ⁻¹)	Req. Neto (mm dec ⁻¹)	Req. Bruto 90% (mm dec ⁻¹)
Oct	1	0,8	4,7	11,8	0,0	0,0
Oct	2	0,8	8,4	22,6	0,0	0,0
Oct	3	1,0	10,6	20,6	0,0	0,0
Nov	1	1,1	11,0	17,5	0,0	0,0
Nov	2	1,2	12,2	15,7	0,0	0,0
Nov	3	1,3	13,1	17,1	0,0	0,0
Dic	1	1,8	18,1	19,2	0,0	0,0
Dic	2	2,9	29,1	20,4	8,7	9,7
Dic	3	4,0	44,4	19,5	24,9	27,7
Ene	1	5,3	52,9	18,0	34,9	38,8
Ene	2	6,0	60,3	17,1	43,2	48,0
Ene	3	5,7	62,8	17,7	45,2	50,2
Feb	1	5,4	53,9	18,3	35,6	39,6
Feb	2	5,1	51,4	18,7	32,7	36,3
Feb	3	4,6	36,9	19,4	17,6	19,6
Mar	1	3,8	37,6	20,6	17,1	19,0
Mar	2	2,7	27,1	21,4	5,7	6,3
Mar	3	1,9	20,6	19,8	0,8	0,9
Abr	1	1,3	7,6	10,9	0,0	0,0
			562,7	346,3	266,4	296,0

Plagas y enfermedades

Durante el seguimiento de los cultivos no se identificaron plagas ni enfermedades que pudieran perjudicar el desarrollo normal de ninguna de las especies evaluadas en este sitio de estudio.

Cosecha y rendimiento de los cultivos

Los rendimientos expresados en kilogramos que se obtuvieron de las cosechas realizadas se detallan en la tabla 12.

Tabla 12. Valores obtenidos de rendimientos de los cultivos cosechados. PF: Peso en fresco por planta; PS: Peso en seco por planta; RHaF: Rendimiento por hectárea en fresco; RHaS: Rendimiento por hectárea en seco.

Especie	PF (g)	PS (g)	RHaF (Kg)	RHaS (Kg)
<i>Artemisia absinthium</i>	114,0	71,5	6414	4020
<i>Lavandula hybrida</i> var. INTA Reverchon 2044	11,7	0,9	410	81
<i>Melissa officinalis</i>	331,6	58,0	15287	3809
<i>Rosmarinus officinalis</i>	--	--	--	--

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⁻¹ de peso seco, en el primer año productivo evaluado.

El lavandín no presentó una buena adaptación al sitio de estudio ya que, si bien el órgano cosechado son las sumidades florales, no se obtuvieron buenos rindes. Al compararlo con el estudio realizado por Muñoz (1996), explica que esta especie presenta valores muy bajos de rendimiento para el primer año de desarrollo del cultivo, con valores normales que oscilan alrededor de 200 kg ha⁻¹ de flores en peso seco, para luego obtener rendimientos de más de 1.000 kg ha⁻¹ de peso seco en el segundo año y de hasta 4.000 kg ha⁻¹ de peso seco en un cuarto año de cultivo. Esto puede deberse a que esta especie prefiere suelos con pH más alcalinos, creciendo en condiciones normales en suelos con pH alrededor de 8. Además, no tolera muy bien la acumulación de agua en el suelo y el mal drenaje (Muñoz 1996), por lo que la utilización del acolchado plástico no favoreció el mejor desempeño de las plantas a estas condiciones, ya que este impide en gran medida la evaporación del agua del suelo en la zona radical.

El cultivo de melisa presentó excelentes rendimientos, con valores de 15.287 kg ha⁻¹ de peso fresco y 3.809 kg ha⁻¹ de peso seco (Tabla 11), como resultado de las dos cosechas. Estas magnitudes superaron ampliamente a los encontrados por Calfuquir (2020) en la localidad de Cabildo, en condiciones de producción orgánica y condiciones climáticas similares, donde sus rendimientos alcanzaron de 6465 kg ha⁻¹ de peso fresco. La gran diferencia en rindes se debió a que, para el mismo período de cultivo, en la localidad de Cabildo se realizó una sola cosecha mientras que en el campo Napostá se cosechó dos veces el cultivo de melisa.

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

Caracterización de los aceites esenciales

En el ajeno el componente β-tujona es de mayor porcentaje del aceite esencial de esta especie con aproximadamente un 24,66%. Luego se observa una cantidad considerable de los

componentes Sabineno y β -pineno con un contenido aproximadamente del 14,53% y 14,47% respectivamente (Tabla 13). Estos tres componentes superan en contenido porcentual más de la mitad de su aceite esencial y en la otra proporción restante aparecen 11 componentes que se detallan en la tabla 13.

Tabla 13. Composición de compuestos orgánicos en porcentaje del aceite esencial de ajeno.

Compuestos	%
β -tujona	24,66
sabineno	14,53
β -pineno	14,47
cis verbenol	8,25
β -bourboneno	6,98
cis crisantenol	6,62
acetato de crisantenilo	4,54
trans-cariofileno	4,04
p-cimeno	3,89
óxido de cariofileno	3,01
espatulenol	2,57
linalool	2,41
terpinen-4-ol	2,09
α -curcumene	1,95

Al compararlo con el trabajo realizado por Rezaeinodehi y Khangoli (2008), en el cual estudiaron la composición de aceite esencial en especies de *A. absinthium* silvestres, se puede destacar la presencia principalmente de los mismos componentes en el aceite esencial: β -tujona, sabineno y β -pineno. Si bien presenta diferencias porcentuales en sus contenidos respecto a los presentados en este ensayo, puede deberse al quimiotipo asociado al genotipo de la especie (Chialva *et al.* 1983).

En el cultivo de melisa se realizaron dos destilaciones y se obtuvieron hidrolatos debido a la baja proporción de aceite esencial en esta especie, conteniendo en sus hojas y flores alrededor del 0,1% en peso de aceite esencial (Muñoz 1996), por lo que no se pudo realizar el análisis correspondiente para determinar composición química. Mientras por el contrario Calfuquir (2020), reportó que el óxido de cariofileno presente en las plantas de melisa fertilizadas con la enmienda orgánica convierte a esta especie en una posible fuente natural de este compuesto que otorga múltiples propiedades antioxidantes, microbiológicas, conservantes y aromatizantes de alimentos y que las diferencias 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 y que las 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.

Debido a los bajos rendimientos obtenidos del cultivo de lavandín expresados en gramos de materia seca, que se obtuvieron de la única cosecha realizada, no se pudieron realizar las destilaciones pertinentes a fin de obtener un volumen aceptable de aceite esencial que se pueda analizar. Este escenario se intensificó en el cultivo de romero que no se pudo cosechar por las causas mencionadas anteriormente.

Conclusiones

A partir de los resultados preliminares arribados en este estudio, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- *Artemisia absinthium* y *Melissa officinalis* fueron las aromáticas/medicinales que mejor se adaptaron a las condiciones agroambientales durante el período en estudio.
- *Lavandula hybrida* var. INTA Reverchon 2044 y *Rosmarinus officinalis* presentaron una escasa tolerancia a la elevada humedad del suelo, por lo cual se considera que el acolchado plástico aumentó y demostró el hábito xerófito de estas dos especies y no favoreció el correcto desarrollo de este cultivo.
- *Artemisia absinthium* y *Melissa officinalis* presentaron un déficit hídrico en alguna de las fases de ciclo fenológico que fue sustituido por el agua de riego, manifestando la importancia de realizar estos cultivos bajo un sistema de riego para incrementar y mantener la producción a niveles competitivos.
- En las aromáticas/medicinales estudiadas la ausencia de algún tipo de síntoma o daño provocado por plagas y/o enfermedades durante el período en estudio demuestra un gran potencial en el cultivo orgánico evitando la utilización de fitosanitarios.
- Los resultados aportados en este trabajo fueron exploratorios y de gran utilidad para seguir con la investigación de estas especies y así aportar a la zona hortícola para la región del sudoeste bonaerense una alternativa promisoriosa de producción agroecológica de especies aromáticas/medicinales.

BIBLIOGRAFÍA

- Adinee, J; Piri, K; Karami, O. 2008. Essential Oil Component in Flower of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.). Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
- 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.
- Álvarez Herrera, J. G; Balaguerra López, H. E; Chacon Pardo, E. 2010. Efecto de la aplicación de diversas láminas y frecuencias de riego en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.). Vol. 30, n.1, pp.86-90.
- Andrades, M. S. y Martínez, E. 2014. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3^{ra} ed. Universidad de La Rioja. Servicio de publicaciones. España.
- Argüello, J. A; Núñez, S. B; Davidenco, V; Suárez, D. A; Seisdodos, 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.
- 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.
- Avila Sosa, R; Navarro Cruz, A; Vera López, O; Dávi la Márquez, R; Melgoza Palma, N; Meza Pluma, R. 2011. Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): una revisión de sus usos no culinarios. *Ciencia y Mar*. 15(43): 23-36. México.
- Başer, K.H.C. 2005. NEW TRENDS IN THE UTILIZATION OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS. *Acta Horti*. 676, 11-23. Turkey.
- Bernal, A; Hernández, A; Mesa, M; Rodríguez, O; González, P; Reyes, R. 2015. Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de murgas, provincia La Habana. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 30-40.
- Calfuquir, J. M. 2020. Producción orgánica de melisa (*Melissa officinalis*) con utilización de aguas residuales de la industria frigorífica en la localidad de Cabildo. Trabajo final de intensificación. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.
- Chialva, F; Liddle, P. A. P; Doglia, G. 1983. Chemotaxonomy of Wormwood (*Artemisia Absinthum* L.). *Z Lebensm Unters Forsch*, 176:363-366. J.F. Bergmann-Verlag.
- Craker, L. E. y Gardner, Z. E. 2006. Medicinal plants and tomorrow's pharmacy. p. 29–41. In R. J.

- Craker, L. E. 2007. Medicinal and aromatic plants: future opportunities. In: Issues in new crops and new uses. J. Janick y A. Whipkey (eds.). American Society for Horticultural Science Press. Alexandria. VA. 248-257.
- Galmarini, C. 2009. Programa nacional hortalizas, flores y aromáticas. Documento base. Ediciones INTA.
- Joy, P. P. 1998. Aromatic plants. Aromatic and Medicinal Plants Research Station, Odakkali. Kerala, India.
- Ledesma, R. y Nava, C. 2017. Botiquín del huertero. Estación experimental Agropecuaria Rafaela. Ediciones INTA. Rafaela, Santa Fé.
- 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 Vakif. TRUMAP project.
- Mormeneo, I; Casellví Sentis, F. 2001. Aplicación de un modelo en la generación de precipitaciones diarias. Revista Brasileira de Agrometeorología, Santa María, v. 9, n. 2, p. 311-315.
- Msaada, K; Salem, N; Bachrouch, O; Bousselmi, S; Sonia, T; Alfaify, A; Sane, K; Ammar, W; Azeiz, S; Brahim, A; Majdi, H; Selmi, S; Limam, F; Marzouk, B. 2015. Chemical Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Wormwood (*Artemisia absinthium* L.) Essential Oils and Phenolics. Journal of Chemistry. Volume 2015, Article ID 804658, 12 pages. Hindawi Publishing Corporation.
- 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.
- Nogales Gaete, J. 2004. Medicina alternativa y complementaria. Revista chilena de neuro-psiquiatría, 42(4), 243-250.
- Obón, C. M; Francés, V; Laguna, E; Rivera, D; Ríos, S; Valdés, A; Fajardo, J; Barroso, E; Joaquín, L; Roldán, R. 2014. "Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos a la Biodiversidad". Primera Fase: Introducción, Metodología y Fichas (pp.118-122). Capítulo: *Artemisia absinthium*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Ortuño Sánchez, M. 2006. Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Ediciones Aiyana. España.
- Paunero, I. 2016. Principales problemas del productor de aromáticas extensivas de la región pampeana. Proyecto plataformas tecnológicas y comerciales, para aromáticas cultivadas-nativas y medicinales. Estación Experimental Agropecuaria San Pedro.
- Pizarro Cabello, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación. 3ª edición. Mundi-prensa, España.

- 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.
- Rezaeinodehi, A. y Khangoli, S. 2008. Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia absinthium* Growing Wild in Iran. Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Science. Shahed University, P.O. Box 18151-159. Tehran, Iran.
- Sandoval, M. C; Gilardino, M. S; Ruiz, C. S; Noelting, M. C. 2015. Micobiota asociada a enfermedad en plantas de *Lavandula hybrida* Reverchon. Revista de Protección Vegetal, 30(1), 46-51.
- Sasal, M. C; Castiglioni, M. G; Wilson, M. G. 2010. Effect of crop sequences on soil properties and runoff on natural-rainfall erosion plots under no tillage. Soil & Tillage Research 108, 24–29.
- Torres Juan, M. 2017. Composición química y actividad antifúngica de los aceites esenciales de *Artemisia herba-alba* Asso, *Artemisia absinthium* L. Y *Mentha longifolia* L. Trabajo de fin de grado en Ciencia y Tecnología de los Alimen. Universitat Politècnica de València.
- Yagüe, F. J. L y Legaspi, G. G. 1991. Técnicas de riego. Sistemas de riego para la agricultura. Mundi-prensa, México.

Anexo. Descripción de especies.

***Artemisia absinthium* “Ajenjo”**

Pertenece a la familia de las Asteráceas y conocida vulgarmente como “ajenjo”, “artemisa”, “asensio”, entre otros. Es una planta perenne, vivaz, de tallo erecto y algo lignificado en la base, con ramas flexibles y densa pilosidad que cubre hojas y tallos, de color verde grisáceo en el haz y blanquecino en el envés. Presenta sólo flores tubulosas, hermafroditas, reunidas en pequeños capítulos terminales discoideos, de color amarillo – verdoso, agrupados en panículas terminales y laterales. El fruto es un aquenio liso, sin vilano (Obón *et al.* 2014).

Es una especie que desde siempre ha tenido un gran interés botánico y farmacéutico, muy utilizado originalmente por la medicina tradicional debido sus diversas propiedades. Las flores son utilizadas junto con las hojas para preparación de infusiones y extracción de aceite esencial. Además, se utilizaba para ayudar al trabajo de parto en mujeres embarazadas y también era utilizado para tratamiento de leucemia y esclerosis (Msaada *et al.* 2015).

Su aceite esencial tiene funciones neuroprotectoras, antifúngicas, antimicrobiales, insecticida, acaricida, antihelmíntico, antimalaria, hepatoprotectoras, y antidepresivas. (Msaada *et al.* 2015). Estudios realizados demuestran que presenta actividad antimicrobiana frente a patógenos humanos como *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*. Además, sus extractos acuosos aplicados sobre especies vegetales, presenta actividad antifúngica sobre *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum sp. lycopersici* y *Fusarium solani* (Torres, 2017).

Presenta propiedades aperitivas (producción de licores), digestivas, diaforéticas y vermífugas. Contiene β -tujona en su aceite esencial, el cual es un terpeno con capacidades estimulante y convulsionante, además α -tujona, camazuleno (Muñoz, 1996).

***Lavandula hybrida* Reverchon “Lavandín”**

Pertenece a la familia de las Lamiáceas, conocida vulgarmente como “lavandín”. Es una especie xerófila que tolera bien la sequía, no así las inundaciones, aunque el cultivo requiere agua principalmente unas semanas previas a floración. Presenta resistencia al frío, aunque no así a heladas fuertes o persistentes. Los vientos leves favorecen la calidad del aceite esencial ya que, provoca la evaporación de elementos volátiles (terpenos) los cuales disminuyen la calidad del aceite. Es un arbusto leñoso en la base, con hojas opuestas de color verde y flores dispuestas en espigas con 6 – 12 verticilos florales de tonalidad azul – violáceas (Muñoz, 1996).

En relación a otras especies y variedades del género *Lavandula*, ésta es muy utilizada en la industria farmacéutica, cosmética, perfumería y veterinaria debido a su mayor rendimiento y calidad de aceite esencial. Éste presenta principalmente propiedades como bactericida, antiséptica, cicatrizante y, por su alto contenido de alcanfor, es tónica y parasiticida (Sandoval *et al.* 2015). Está compuesto principalmente por terpenos, como el alcanfor; alcoholes como el

linalol y, en menor proporción, geraniol y borneol y ésteres, principalmente acetato de linalilo y acetato de lavandulilo (Ortuño Sánchez, 2006).

***Melissa officinalis* “Melisa”**

Pertenece a la familia de las Lamiáceas, conocida vulgarmente como “melisa”. Es una planta herbácea, de tallos cuadrangulares ramificados, hojas opuestas color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, con aroma semejante a limón (debido al contenido de terpenos). Flores de color blancas o rosadas dispuestas en verticilos de 6 a 12 en las axilas de las hojas. Su aceite esencial está compuesto principalmente por trans - carveol, citronelol, δ - 3 careno, citronelal y geraniol (Adineé *et al.* 2008). Para su comercialización se utiliza la parte aérea de la planta, la cual puede secarse para la utilización de las hojas secas, o bien, se puede proceder a realizar destilación y extracción de aceite esencial. Tiene importancia por presentar propiedades antioxidantes y es utilizada en fitoterapia, cosmética, farmacia, perfumería, licorería y jardinería.

***Rosmarinus officinalis* “Romero”**

Pertenece a la familia de las Lamiáceas, conocida vulgarmente como “romero”. Planta leñosa, subarborescente, con hojas opuestas, coriáceas, de color verde brillante, granulosas en el haz y con tomento blanquecino en el envés. Flores azuladas, dispuestas en racimos en las axilas de las hojas (Muñoz, 1996). Esta especie presenta principios activos con capacidad de actuar sobre la mayoría de los órganos del cuerpo humano, puede generar acción tónica y estimulante sobre el sistema nervioso, circulatorio y corazón; además de ser colerético, colagogo, antiespasmódico, diurético, emenagogo y anticonceptivo. Esto se debe a la presencia en su aceite esencial principalmente de α -pineno, β -pineno, canfeno, ésteres terpénicos como el 1,8-cineol, alcanfor, linalol, etc. (Avila – Sosa *et al.* 2011).