

TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN FINAL

**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.**

ALUMNO

Ciancaglini, Luciano N.

DOCENTE TUTOR

Dr. Ing. Agr. Rodríguez Roberto A.

DOCENTES CONSEJEROS:

Dr. Ing. Agr. Espósito Martín

Ing. Agr. Mg. Ayastuy M. Edurne

ASESOR EXTERNO:

Ing. Agr. Belladonna Damián



Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca. 2020

Índice

| | |
|--|----|
| Resumen | 4 |
| Introducción | 5 |
| Especies aromáticas y medicinales | 5 |
| Situación actual de las plantas aromáticas y medicinales en Argentina..... | 5 |
| Importancia económica y distribución geográfica del orégano..... | 7 |
| Orégano europeo (<i>Origanum vulgare</i>) | 8 |
| <i>Origen</i> | 8 |
| <i>Características botánicas</i> | 8 |
| <i>Características del cv. Alpa Sumaj utilizado en el ensayo</i> | 10 |
| <i>Usos del Orégano</i> | 11 |
| <i>Composición nutricional y química</i> | 12 |
| <i>Destilación de plantas aromáticas</i> | 13 |
| Datos técnicos del cultivo de Orégano | 14 |
| <i>Elección del terreno</i> | 14 |
| <i>Elección del material genético</i> | 14 |
| <i>Época de plantación</i> | 15 |
| <i>Propagación del cultivo</i> | 15 |
| <i>Iniciación del cultivo</i> | 16 |
| <i>Poda inicial del cultivo</i> | 17 |
| <i>Fertilización</i> | 17 |
| <i>Riego</i> | 17 |
| <i>Control de malezas</i> | 18 |
| <i>Plagas y Enfermedades</i> | 18 |
| <i>Cosecha</i> | 20 |
| <i>Acondicionamiento Post-Cosecha</i> | 20 |

| | |
|---|----|
| <i>Comercialización</i> | 21 |
| Producción Orgánica | 22 |
| <i>Definición y antecedentes</i> | 22 |
| <i>Situación mundial y local</i> | 23 |
| <i>Nutrición y prácticas permitidas en Argentina.</i> | 24 |
| Reutilización de aguas residuales | 24 |
| <i>Tratamientos de aguas residuales en Argentina</i> | 25 |
| <i>Situación del uso de aguas residuales en el Sudoeste bonaerense</i> | 27 |
| <i>Tratamiento de efluentes líquidos en el Frigorífico para su reutilización.</i> | 28 |
| Objetivos | 31 |
| Materiales y métodos | 32 |
| Localización..... | 32 |
| Historia y características del predio | 32 |
| Situaciones de sitio | 33 |
| Fenología del Orégano..... | 34 |
| Muestreos | 35 |
| Necesidad hídrica del Orégano..... | 38 |
| Resultados y discusión | 40 |
| Análisis de suelo..... | 40 |
| Análisis de agua..... | 40 |
| Fenología durante el ensayo | 41 |
| Estimación de la necesidad hídrica..... | 43 |
| Resultados morfológicos y productivos | 45 |
| <i>Seguimiento del crecimiento del cultivo en los distintos sitios</i> | 45 |
| <i>Resultados productivos en los distintos sitios</i> | 46 |
| Análisis y caracterización de aceites esenciales | 48 |
| Análisis económico | 52 |

| | |
|---------------------------|----|
| Conclusiones | 55 |
| Bibliografía | 56 |

Resumen

Las especies aromáticas y medicinales pertenecen a un grupo de cultivos conocidos mundialmente, que aún tienen poco desarrollo en nuestro país, pero en este último tiempo han empezado a cobrar importancia. Sin dudas, uno de los principales frenos al desarrollo de estos cultivos es la falta de información generalizada, tanto de índole productiva como conocimiento acerca de sus usos y propiedades. El orégano, del cual existen distintas variedades, es una de las plantas aromáticas de mayor importancia tanto en el mundo como en Argentina. Es por esto, que surge este ensayo, en búsqueda de expandir los conocimientos de este cultivo, sobre las prácticas agronómicas para su producción, y sus propiedades. En el mismo se planteó una producción orgánica del *Origanum vulgare*, cv. Alpa Sumaj, para tres sitios que presentan diferentes profundidades de suelo, bajo las condiciones agroecológicas de la localidad de Cabildo, utilizando aguas residuales de la industria frigorífica para riego. Se determinaron parámetros fenológicos, morfológicos, productivos y económicos. Concluyendo que el orégano cv. Alpa Sumaj se desarrolló y adaptó a las condiciones edafoclimáticas de la localidad de Cabildo, obteniendo una relación Hoja: Tallo superior en situaciones donde la profundidad efectiva del suelo fue menor a 15 cm. La utilización de las aguas residuales sirvió para complementar las lluvias y cubrió los requerimientos del cultivo. Con cierto cuidado en prestar atención al funcionamiento de los filtros al usar este tipo de aguas, ya que son más propensas a generar mohos que puedan tapar los goteros, perjudicando la aplicación de riego. El análisis económico demostró que es un cultivo rentable y si los rendimientos están por debajo de la media, una muy buena alternativa es la de procesar y fraccionar la materia seca, a fin de poder agregar valor y mejorar notablemente el precio de venta, siendo este punto de gran importancia para pequeños productores familiares dispuestos a tomar dicho desafío en busca de una buena alternativa de comercialización. Sin embargo, es sumamente importante continuar con el estudio de los diversos mercados que pueda tener este cultivo y sus resultados económicos.

Introducción

Especies aromáticas y medicinales

Las plantas aromáticas han sido cultivadas por el hombre desde tiempos inmemoriales, resultando importantes en la historia debido a sus propiedades curativas, culinarias y odoríferas. El empleo de aceites esenciales obtenidos de estas especies fue y es ampliamente usado desde la antigüedad hasta nuestros días. Este tipo de especies tienen su origen en el Medio Oriente, de donde provienen la gran mayoría de ellas.

Los primeros indicios de utilización se remiten a la Edad del Fuego, donde sus ramas eran utilizadas como base para la cocción de alimentos. Luego, en las Edades del Hierro y Bronce, tuvo su primera aparición como alimento.

El primer antecedente sobre el cultivo de aromáticas y medicinales se remonta a 3.000 años AC en China, donde se producían estas plantas para consumo y como moneda de intercambio con otros pueblos.

Las aromáticas actualmente se utilizan para condimentar nuestras comidas y también como infusiones. En el ámbito cosmético y de limpieza también prevalecen las aromáticas por su fragancia y distintas propiedades naturales que favorecen el cuidado de la piel y del cabello; y para el uso de limpieza como desinfectantes. A nivel medicinal dejamos en gran medida de utilizarlas, ya que las grandes empresas farmacéuticas dominaron el mercado y la comercialización mundial de medicamentos (Cameroni, 2012).

Situación actual de las plantas aromáticas y medicinales en Argentina

En nuestro país, el cultivo de estas especies se realiza en diversas áreas del mismo. En el NOA se cultivan anís, comino y pimienta; en la región Pampeana tienen lugar la manzanilla y coriandro, siendo estas dos las principales especies de exportación; y también se puede encontrar perejil para deshidratado, etc. En la región Cuyana y zona serrana de Córdoba se lleva a cabo el cultivo de orégano, menta, romero y otras. En la Patagonia el cultivo de este grupo de especies que predomina es el lúpulo; por último en el NEA la citronela es la más cultivada (Tabla 1). La superficie dedicada a aromáticas en Argentina promedia alrededor de

18.000 hectáreas cultivadas anualmente, involucrando aproximadamente unos 3.000 pequeños productores (Paunero, 2017).

Tabla 1: Principales especies cultivadas en Argentina (campana 2017)

| Especie | Principales provincias productoras | Superficie (ha) |
|-----------------------|---|------------------------|
| Anís | Salta; Catamarca; La Rioja | 300 |
| Comino | | 600 |
| Pimiento(pimentón) | Tucumán; Salta; Catamarca | 900 |
| Orégano | Mendoza; Córdoba | 1.100 |
| Romero | Mendoza; Córdoba | 45 |
| Mentas | Córdoba | 170 |
| Lúpulo | Chubut | 160 |
| Azafrán | Mendoza; Córdoba | 1 |
| Manzanilla | Buenos Aires | 1.000 |
| Coriandro | Buenos Aires; Santa Fe; Córdoba; Entre Ríos | 6.000 |
| Mostaza | Buenos Aires; Córdoba; Entre Ríos | 300 |
| Perejil(deshidratado) | Buenos Aires; Córdoba | 700 |

Sumado a todos estos cultivos, en nuestro país también se recolectan especies nativas como la peperina, el poleo y el cedrón, actividad que incorpora a 1.000 productores pequeños.

Como fue detallado anteriormente, la producción de aromáticas y medicinales se da en varios puntos de nuestro país, involucrando a una gran cantidad pequeños productores y recolectores, de manera que resulta una actividad que adquiere importancia en aspectos económicos y sociales, en dichas regiones.

En el último tiempo, asociado al aumento de la población que ha decidido llevar una vida más saludable, tanto para ellos como para el medio ambiente, lo que ha elevado la demanda, generando un crecimiento de manera sostenida en la comercialización mundial de este tipo de plantas. A nivel nacional la participación en dicho mercado tiene un valor cercano al 0,5%, tanto para exportación como importación. Sin embargo en la última década, el volumen

exportado ha crecido alcanzando las 10.900 toneladas, representadas principalmente por manzanilla y coriandro (Paunero, 2017).

Importancia económica y distribución geográfica del orégano

En los últimos años el mercado mundial de las aromáticas ha crecido exponencialmente de la mano del crecimiento de la población mundial y del surgimiento de economías emergentes como Brasil e India. Estos son países de gran población que en los últimos años han mejorado notablemente su forma de vida, lo que conlleva a mejorar sus hábitos alimenticios. La aparición de nuevos mercados hizo que varios países comenzaran a ser productores de orégano y eso conlleva a que productores tradicionales aumenten el volumen de su producción.

Los mayores productores de orégano del mundo son Perú, Turquía, Israel, Grecia, Marruecos, Egipto y Argentina. También, Chile, Ecuador, México, España, Siria, aunque su origen se sitúa en la cuenca mediterránea (UNC, 2013).

En nuestro país podemos encontrar la producción de esta especie en varias regiones, siendo el departamento de San Carlos en la provincia de Mendoza la principal zona de producción. Luego podemos encontrar en Córdoba, en los departamentos San Javier y San Alberto. También en la provincia de San Juan en el departamento de Calingasta y en menor medida en el Valle de Lerma en la provincia de Salta; en Buenos Aires se suele encontrar producción de esta especie en los cordones hortícolas. Actualmente se comenzó a cultivar en el norte de la Patagonia. La producción nacional de orégano cubre aproximadamente la mitad del consumo interno. El autoabastecimiento se dio hasta finales de los años '80. El bache de demanda se cubre con importación que proviene principalmente de Chile y Perú (Curioni, *et al.*, 2006).

En Argentina la producción ronda los 2.000 kg ha⁻¹ siendo este un rendimiento medio a bajo, que se encuentra por debajo de los niveles competitivos internacionales y por debajo del potencial de nuestro país, el cual sería de 4.000 kg ha⁻¹ para el primer corte. Estos bajos resultados obtenidos en el cultivo de esta aromática se debe a que los conocimientos existentes aún son escasos en cuanto a las necesidades nutricionales e hídricas, el manejo de malezas y enfermedades, cosecha y poscosecha (Arguello *et al.*, 2012b).

Orégano europeo (*Origanum vulgare*)

Origen

El nombre *Origanum* deriva del griego “oros” y “ganos”, que significa adorno o alegría de la montaña, por su aspecto y aroma agradables cuando la planta está en flor, el nombre específico, “vulgare”, indica la relativa facilidad con la que lo podemos encontrar. El orégano comprende varias especies de plantas que se utilizan con fines culinarios, siendo las más comunes el *Origanum vulgare*, nativo de Europa y el *Lippia graveolens*, originario de México (Arcila et al. 2004).

Crece en forma espontánea en Europa Central, Meridional y Asia Central. Es relativamente abundante en el norte de España, donde se encuentra formando rodales o matas aisladas, en las orillas de arroyos, en pendientes soleadas y rocosas. *Origanum vulgare* ssp *vulgare* se extiende por la parte septentrional del área de la especie, desde Inglaterra, Escandinavia y Europa hasta Asia y Taiwán. *Origanum vulgare* ssp *virens* ocupa el extremo occidental desde Canarias, Azores, Península Ibérica y nordeste de África hasta Baleares. El material vegetal cultivado en Argentina proviene de poblaciones, con muy poca selección de los ecotipos híbridos de *Origanum x applii* (Di Fabio, 2005).

Características botánicas

Son plantas dicotiledóneas, perennes y ramificadas, poseen un agradable sabor y son muy aromáticas. El número cromosómico es $2n=30$. Las plantas de orégano se caracterizan por poseer un sistema radical muy ramificado, y rizomas también muy ramificados, rastreros y con pequeñas raicillas. El tallo puede ser erecto o decumbente, aristado, cuadrangular de 30 - 80 cm de altura, a veces de coloración púrpura y más o menos pubescente.

Las hojas son enteras, opuestas, pedunculadas, levemente alargadas u ovaladas, verdes, verde-azulado o verde-grisáceo, de 2-4 cm de longitud y de 1-3 cm de ancho, las hojas de *Origanum mejorana* son más pequeñas. Pueden tener el borde continuo o dentado, vellosas en los bordes y cara inferior, lisas en la superior. Las nervaduras son poco visibles y el envés es más pálido (Figura 1). En las hojas se encuentran tricomas glandulares secretores que producen esencias,

estos pelos glandulares poseen un determinado patrón de desarrollo, que es utilizado para diferenciar sistemáticamente las distintas especies de *Origanum* (Figura 2).

Las flores son pequeñas, hermafroditas, corola bilabiada, de color blanco–violáceo, blancas, rosadas o púrpuras, se encuentran agrupadas en inflorescencias formando glomérulos terminales, más o menos compactos; poseen brácteas bien desarrolladas de leve color púrpura, a veces verdes, con estambres y pistilo salientes. Aparecen desde finales de verano hasta mediados de otoño (Figura 3). El fruto es un tetraquenio, formado por cuatro aquenios marrones o castaños (Figura 1). Las semillas son pequeñas, ovales de color marrón o pardo oscuro. El peso de 1.000 semillas es de alrededor de 0,1025gr (UNC, 2013).



Figura 1. Morfología de la planta de Orégano



Figura 2. *Origanum vulgare* en estado vegetativo



Figura 3. Estado reproductivo de *Origanum vulgare*

Características del cv. Alpa Sumaj utilizado en el ensayo

Variedad monoclonal de orégano, de porte erecto y floración media, que se destaca por su tolerancia ante condiciones ambientales adversas, tales como la presencia de organismos patógenos y el estrés hídrico.

En esta variedad se destaca la presencia de coloración antociánica, 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 (Bauza, 2013).

Usos del Orégano

La Asociación Española de Médicos Naturistas y el Colegio Oficial de Farmacéuticos de Vizcaya, editaron en el año 1992 el libro “Fitoterapia” Vademécum de prescripción, en esta publicación se indica su acción farmacológica a nivel interno como tónico general, digestivo, espasmolítico, carminativo, expectorante, antiséptico de las vías respiratorias y emenagogo; a nivel externo actúa como analgésico, cicatrizante y antiséptico (Di Fabio, 2005).

En la antigüedad fue utilizado por sus propiedades tónicas y amargas. Sus hojas frescas formaron parte del alcoholaturo vulnerario (tintura que sana llagas y/o heridas), y la droga seca fue utilizada como cicatrizante. Se empleó en forma de pomadas como antiséptico y en dermatitis eritematosas. Su acción vagotonizante determinó que fuera colocada en forma de extracto fluido o jarabe en diversos preparados empleados en afecciones espasmódicas de las vías respiratorias, coqueluche, catarros, tos espasmódica, traqueítis y bronquitis (Cameroni, 2013).

La esencia en concentraciones elevadas es excitante, por lo tanto antes de hacer uso de la misma se requiere practicar un test de tolerancia, para ello se aplica durante 15 segundos y se espera media hora para observar los efectos. Es usada en aromaterapia y de acuerdo al formulario del Dr. Pierre Franchomme se emplea la esencia de *Origanum compactum* Bentham, como tónico estimulante general, inmunoestimulante y antiinfecciosa, con acción bactericida, funguicida, viridicida y paraticida del tracto respiratorio, intestinal y urogenital y la que se extrae del orégano de Grecia, *Origanum heracleoticum* L *carvacroliferum* es indicada en todas las patologías infecciosas de las vías respiratorias, digestivas y urogenitales. Las hojas e inflorescencia frescas o secas son muy utilizadas como condimento, se emplean para dar sabor a salsas, adobos y aromatizar comidas tradicionales, es la hierba aromática de mayor demanda desde el punto de vista culinario. En menor escala se usa en licorería y la esencia que se obtiene por medio de la destilación de toda la planta se distribuye en la industria farmacéutica, en perfumería y en determinados tipos de jabones (Di Fabio, 2005).

Composición nutricional y química

La composición nutricional del orégano comparada con otras labiadas como el tomillo y el romero, indica que contiene el doble de vitamina A y valores similares de energía y proteína (Tabla 2) (FEN, 2019).

Tabla 2: Composición nutricional del Orégano: FEN, 2019.

| | Por 100 g de porción comestible | Por ración (0.25 g) | Recomendaciones día-hombre | Recomendaciones día - mujeres |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Energía (Kcal) | 335 | 1 | 3000 | 2000 |
| Proteínas (g) | 11 | 0 | 54 | 41 |
| Lípidos Totales (g) | 10.3 | 0 | 100-117 | 77-89 |
| AG saturados (g) | - | - | 23-27 | 18-20 |
| AG Monoinsaturados (g) | - | - | 67 | 51 |
| AG PoliInsaturados (g) | - | - | 17 | 13 |
| w-3 (g) | - | - | 3.3-6.6 | 2.6-5.1 |
| C18:2 Linoneico (w-6) (g) | - | - | 10 | 8 |
| Colesterol (mg/100 kcal) | 0 | 0 | <300 | <230 |
| Hidratos de carbono (g) | 49.5 | 0.1 | 375-413 | 288-316 |
| Fibra (g) | - | - | >35 | >25 |
| Agua (g) | 29.2 | 0.1 | 2500 | 2000 |
| Calcio (mg) | 1580 | 4.0 | 1000 | 1000 |
| Hierro (mg) | 44 | 0.1 | 10 | 18 |
| Yodo (mg) | - | - | 140 | 110 |
| Magnesio (mg) | 270 | 0.7 | 350 | 330 |
| Zinc (mg) | 4.4 | 0 | 15 | 15 |
| Sodio (mg) | 15 | 0 | <2000 | <2000 |
| Potasio (mg) | 1670 | 4.2 | 3500 | 3500 |
| Fosforo (mg) | 200 | 0.5 | 700 | 700 |
| Selenio (mg) | 5.9 | 0 | 70 | 55 |
| Tiamina (mg) | - | - | 1.2 | 0.9 |
| Riboflavina (mg) | - | - | 1.8 | 1.4 |
| Equiv. Niacina (mg) | 6.2 | 0 | 20 | 15 |
| Vitamina B ₆ (mg) | - | - | 1.8 | 1.6 |
| Fosfatos (µg) | 0 | 0 | 400 | 400 |
| Vitamina B ₁₂ (µg) | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Vitamina C (µg) | 0 | 0 | 60 | 60 |
| Vitamina A: Eq Retinol (µg) | 690 | 1.7 | 1000 | 800 |

| | | | | |
|-----------------|---|---|----|----|
| Vitamina D (µg) | 0 | 0 | 15 | 15 |
| Vitamina E (mg) | - | - | 12 | 12 |

Tablas de Composición de Alimentos. Moreira *et al.*, 2013. (OREGANO SECO). Recomendaciones. * Ingesta recomendada/día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con actividad física moderada. Recomendaciones. *Objetivos nutricionales /día. Consenso de la sociedad Española de nutrición comunitaria. Recomendaciones. *Ingestas dietéticas de referencia (EFSA, 2010).

0 virtualmente ausente en el alimento. –Datos no disponibles.

Destilación de plantas aromáticas

La destilación de plantas aromáticas consiste en separar o arrastrar, por medio de vapor de agua, los aceites esenciales que contienen las partes de la planta sometidas a este proceso. Estos aceites pueden estar localizados en las hojas, raíces, corteza, flores, cáscara del fruto o semillas. Los compuestos oxigenados predominan en los órganos aéreos de la planta y diferentes partes de la planta pueden suministrar esencias distintas. La composición de los aceites esenciales es muy compleja, por lo general son mezclas de distintos compuestos que poseen características particulares (Bucciarelli *et al.*, 2014).

El principal producto derivado de la hoja de orégano es el aceite esencial, que tiene usos en las industrias licoreras, refresqueras, farmacéuticas y de cosmetología. Al igual que la hoja seca de orégano, los mayores mercados del aceite esencial son Estados Unidos, Italia y Japón. Éste se vende en un promedio de 170 dólares el litro, dependiendo de la calidad que tenga, determinada por la presencia del carvacrol y timol (Moreno Rojo, 2003).

El aceite esencial, de composición variable según las subespecies y según la zona donde se cultive, está constituido fundamentalmente por carvacrol y timol, fenoles que pueden alcanzar hasta el 90% del total; contiene también pineno, sesquiterpenos, cimeno, etc.

La composición química de los aceites esenciales puede verse afectada por el medio ambiente, la procedencia de la planta y el método de extracción (Combariza, 1994). El valor económico de los mismos y su aplicabilidad industrial están directamente relacionados con su composición química y con la actividad biológica (Stashenko, 2010).

La extracción del aceite de orégano se logra mediante el sistema de arrastre con vapor y destilación, en un equipo especial compuesto por una caldera o emisor de vapor, un contenedor donde se deposita la materia prima, dos tubos a lo largo que inyectan el vapor proveniente de la caldera, un condensador o intercambiador, donde se condensa la mezcla aceite esencial y agua, pasa a un embudo donde se separan por diferencias de densidades. Una planta con capacidad para 200 kilos de hoja seca de orégano produce 5 litros de aceite

esencial; el tiempo empleado en este proceso es de aproximadamente 3 horas, con una mano de obra de 3 personas (Moreno Rojo, 2003).

Datos técnicos del cultivo de Orégano

Elección del terreno

Se debe cultivar en suelos con buen drenaje y en zonas de elevado régimen de lluvias son preferibles lotes altos; por la sensibilidad de esta planta a la asfixia radical. Los lotes deben estar libres de malezas, especialmente perennes, por la competencia que generan y porque determinan menor calidad del producto debido a que resulta imposible la separación en el orégano cosechado. También es conveniente verificar la no existencia de nematodos. En las zonas de producción en secano (ej. Prov. de Buenos Aires y Santa Fe), se debe implementar barbecho para lograr una buena acumulación de agua en el perfil; en las zonas de cultivo bajo riego, se recomienda un barbecho limpio. Un detalle importante es verificar la no existencia de “piso de arado” para evitar acumulación de agua cerca de las raíces (debido a la sensibilidad a asfixia radical). Antes de la plantación el suelo debe ser bien trabajado para facilitar el surcado, en caso de ser necesario se deberá nivelar el lote, sobre todo en zonas de regadío (UNC, 2013).

Elección del material genético

Es importante tener en cuenta el objetivo de nuestra producción, para seleccionar el material que se adapte a las condiciones particulares de cada zona. Entre los atributos fenotípicos de interés agronómico tener en cuenta:

- Precocidad (días entre brotación y plena floración).
- Porte de la planta.
- Rendimiento de hojas y brácteas.
- Relación materia seca hojas-brácteas / tallo.
- Despeje (distancia entre el suelo y el punto de inserción de las primeras hojas).
- Comportamiento ante patógenos e insectos.

- Tolerancia a suelos salinos y alcalinos.
- Características organolépticas: color, aroma y textura de las hojas y brácteas.
- Rendimiento y composición del aceite esencial.
- Facilidad al desprendimiento de hojas y piezas florales del tallo.

La precocidad es una de las variables que condiciona el rendimiento, debido a que una mayor duración del ciclo incide sobre la captura de recursos, cuánto más precoz es el cultivar menor será la cantidad de materia seca acumulada (UNC, 2013).

Época de plantación

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)

Propagación del cultivo

La multiplicación por semilla tiene la dificultad que su descendencia posee gran variabilidad genética, al tratarse de una especie alógama. Por ello, la propagación del cultivo es habitualmente por multiplicación vegetativa. La misma puede ser por división de matas o por estacas. En el primer caso, se parte de una planta bien formada, sana, vigorosa, libre de nudosidades (síntoma de presencia de nematodos). Esta técnica posee la ventaja que la planta entra rápido en producción. Sin embargo, la cantidad de individuos a lograr dependerá del tamaño de la planta madre. En la zona de Traslasierra, la separación de matas se realiza a partir de que empiezan a disminuir las altas temperaturas (segunda quincena de abril) hasta antes de las heladas más intensas (principios de julio). Mayo es el mes más frecuente de plantación. Respecto a la multiplicación por estacas, si bien no se utiliza como método de propagación frecuente, ofrece alternativas interesantes para la obtención de plantas con mejor sanidad y homogeneidad del clon, aptas para multiplicar en condiciones de vivero (Figura 4). La época de realización de estacas es de abril a principio de julio (Suárez, 2003a; Arizio *et al.*, 2006). En aportes preliminares realizados por el equipo de investigación de la F.C.A. - U.N.C.

se encontró que la capacidad rizogénica varía con la época de corte. Así, en estacas provenientes de la etapa vegetativa, la porción apical semileñosa enraizó con más facilidad que la basal. En cambio, las provenientes de la etapa de floración tuvieron baja capacidad rizogénica, enraizando las porciones basales, o semileñosas, más que las apicales (Seisdedos *et al.*, 2010).



Figura 4: Obtención de plantines a partir de esquejes

Iniciación del cultivo

Trasplante de plantines o estacas enraizadas

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.

Las estacas deben provenir de 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 la misma. Posteriormente se riega y a los diez días se aporca incorporando a la vez un fertilizante fosforado.

Siembra directa

La técnica de siembra directa requiere una adecuada preparación del suelo, tendiente a erradicar las malezas ya que no se cuenta con herbicidas de pre-emergencia que puedan aplicarse a este cultivo. Se necesita de 2 a 3 kg de semilla por hectárea. La siembra se hace en líneas, en una sola cara del surco. Para una germinación uniforme temperatura media del suelo debe ser de 25 °C.

Poda inicial del cultivo

En la producción de orégano fresco y seco se requiere gran volumen de follaje para obtener un rendimiento favorable al momento de la cosecha, es por ello, que se requiere una poda inicial, de esta manera la planta rebrotará para obtener abundante follaje (UNC, 2013).

Fertilización

El orégano es un cultivo con alta demanda de nutrientes, debido a que se cosecha toda la parte aérea de la planta. Entre los requerimientos nutricionales del cultivo de orégano, el nitrógeno es un nutriente elemental para su desarrollo óptimo (Aguilar-Murillo *et al.*, 2013).

La aplicación de estos agroquímicos requiere un estudio previo del suelo para incorporar los nutrientes necesarios. Se debe tener en cuenta la naturaleza química y física del suelo, la densidad de plantación y el tipo de riego a efectuar.

Barreyro *et al.* (2005) concluyeron que una dosis de N de 80 kg/ha provocó respuestas significativas en el incremento de los rendimientos, siendo innecesarias dosis más elevadas. Estudios más recientes permitieron confirmar que fertilizando con una dosis media de P (46 Unidades), y aumentando la dosis de fertilización nitrogenada de 18 a 156 Unidades de N, es posible incrementar los rendimientos en forma progresiva (Suárez, 2010). Este autor destaca la necesidad de realizar la evaluación económica de la aplicación de fertilizantes y su impacto en el rendimiento (Arguello *et al.*, 2012b).

Riego

Luego de la plantación, es importante aplicar riego. En zonas de secano es necesario contar con humedad en el momento de la plantación. Otro momento factible de riego es luego del

corte, (diciembre, principios de enero) para permitir un rápido rebrote y poder realizar un segundo corte (a fines de marzo o abril). Si el orégano se inicia por medio de estacas o esquejes, para que enraícen se necesita de una adecuada humedad en el suelo. La frecuencia de riego varía en función de las condiciones climáticas del lugar donde se realiza el cultivo (UNC, 2013).

Control de malezas

Es importante mantener el terreno libre de malezas; ya que es el factor que más incide en la calidad del producto y en la vida útil del cultivo. El control puede ser mecánico o químico, el cual se puede realizar aplicando herbicidas no selectivos como el Glifosato, antes de realizar la plantación. Dentro de los herbicidas selectivos se puede citar la Trifluralina de presembrado. También se recomienda como pre emergente de malezas y cuando el orégano ya está arraigado, el herbicida Cloridazón. Otro herbicida probado y que controla malezas principalmente gramíneas es Lenacil y Prometrina, como pre y post emergente, para control de latifoliadas. Otra práctica muy utilizada es la utilización de mulching pudiendo ser este orgánico o inorgánico, en el primer caso se puede utilizar turba, recortes de césped, paja entre otros, y en el segundo caso se recurre a la utilización de polietileno. Esta técnica permite mantener cubierto el surco donde se encuentra la planta por todo el ciclo, evitando tener que recurrir a las otras dos técnicas antes mencionadas (UNC, 2013).

Plagas y Enfermedades

Los desórdenes fitosanitarios que presenta el orégano bajo las condiciones locales, que superan el umbral de daño económico y que por lo tanto son importantes de controlar no son muchos y corresponden a problemas causados por hongos e insectos.

Enfermedades, causadas por Hongos: La principal enfermedad causada por hongos en orégano es la roya provocada por *Puccinia* spp., para su control y prevención son necesarias al menos 3 a 4 aplicaciones de fungicidas, tanto de contacto como sistémicos en períodos con días cálidos y húmedos. Este hongo ataca la parte aérea de la planta disminuyendo su producción y calidad, pudiendo causar la muerte de ésta. Presenta síntomas de fácil reconocimiento, ya que se distinguen claramente pústulas anaranjadas que en estados

avanzados se tornan café. Otra enfermedad en orégano es la causada por *Phytophthora crytogeta*, presente también en el romero, tomillo, y salvia, provoca una necrosis a nivel de las raíces y del cuello del tallo. El deterioro de las estacas afectadas se caracteriza porque se secan brotes y las hojas presentan manchas amarillas, marrones y negras. Este hongo es principalmente importante durante la primavera, en suelos húmedos y compactos.

Enfermedades, causadas por Virus: El virus del mosaico de la alfalfa (AMV) y del pepino (CMV) han sido descritos sobre el orégano. Estos virus cuyos vectores son los áfidos provocan manchas amarillas y blanquecinas sobre las hojas, una deformación y un decaimiento de las hojas, atrasando y luego deteniendo el crecimiento de la planta.

Plagas, causadas por Ácaros: En las épocas secas el ácaro *Tetranychus urticae*, puede atacar los órganos verdes de la planta. La absorción del jugo celular provoca una desecación de las células dando un aspecto sucio a la faz superior de las hojas. Esta araña amarilla teje telas finas sobre los vegetales.

Plagas, causadas por Nematodos: La literatura señala ataques de *Meloidogyne* spp. y *Nacobbus* spp. en cultivos de orégano, siendo estos agentes a los que mayor atención se les debe prestar. Es importante cuando se realiza compra de material para iniciar una plantación verificar la ausencia de nematodos para no infestar suelos libres, ya que su control es muy difícil y oneroso cuando se instalan en los lotes (UNC, 2013).

En la Tabla 3 se observa fitosanitarios que se utilizan para las plagas y enfermedades del orégano.

Tabla 3: Productos químicos para el control de plagas y enfermedades.

| PRINCIPIO ACTIVO | USO | PLAGA |
|-------------------------|----------------------------|---|
| AZOXISTROBINA | Fungicida | Peronospora, Pythium, Oidio, Cercospora |
| FORMETANATO | Insecticida | Trips |
| SPINOSAD | Insecticida | Trips |
| BIFENTRIN | Insecticida | Mosca blanca, Trips, Pulgones, Orugas |
| ACETAMIPRID | Insecticida | Mosca blanca, pulgones |
| ACETAMIPRID + BIFENTIRN | Insecticida | Mosca blanca, pulgones Trips |
| ABAMECTINA | Insecticida - Acaricida | Arañuelas |

Cosecha

El momento óptimo de cosecha para deshidratado, en condiciones de campo, es cuando el cultivo alcanza un 20 a 30% de floración. Alta temperatura y baja humedad relativa son favorables en época de cosecha. Del manejo correcto de la cosecha y post cosecha del material dependerá en gran medida la calidad del producto obtenido.

La operación de cosecha puede realizarse en forma manual; utilizando una hoz o un machete. Cuando las extensiones son mayores la cosecha es mecánica con máquina segadora de corte lateral. La altura de corte no debe ser muy baja para facilitar el rebrote, a unos 10 cm del cuello de la planta es lo más usado. El material cortado se suele dejar expuesto al sol, por unas horas, para favorecer la pérdida de humedad; luego se traslada a un ambiente cerrado para completar el deshidratado natural.

Factores ambientales a tener en cuenta para iniciar el corte: se debe haber levantado el rocío, preferentemente ser un día soleado y con baja humedad relativa, de esta manera se asegura un rápido deshidratado y por lo tanto se mantiene la calidad del producto.

Rendimiento: En el primer año de cultivo el rendimiento que se puede alcanzar por hectárea es de 1.500 kg de producto seco y despalillado. Esto corresponde a 7.500 kg de material fresco, que al deshidratarlo proporciona 2.500 kg seco. Esta biomasa tiene 60% de hojas y brácteas y 40% de palo.

A partir del segundo año se obtiene un rendimiento entre 2.500 - 3.200 kg de producto listo para comercializar, en dos cortes. En algunas zonas se puede efectuar un tercer corte y se alcanza a obtener 4.000 kg/ha (UNC, 2013).

Acondicionamiento Post-Cosecha

Luego del secado, se procede a desprender las hojas y las flores, esta labor se realiza en forma rápida y eficiente empleando trilladoras de cereales adaptadas u otra máquina similar. Luego se debe “despalillar”, o sea eliminar los restos de tallos, para lo que se recomienda el uso de zarandas y/o túneles de separación, en estas operaciones también se elimina un gran porcentaje de tierra. Por último, el material acondicionado se deposita en bolsas de arpillera

plástica de unos 10 a 12 kg., dependiendo del mercado y del tiempo de almacenamiento. Se acopian en lugar bien seco, aislado del suelo (UNC, 2013).

Comercialización

Luego de deshidratado y procesado, el orégano es retirado de las unidades de producción y acondicionado en bolsas de polipropileno trenzado, de aproximadamente 0,65 m de ancho por 0,95 m de alto, y con un peso promedio entre 12 a 15 kilogramos (en función de la variedad de orégano que se trate y de si el corte referido es de verano o de invierno).

El productor vende a través del envío previo de una muestra que debe representar fielmente el lote; posteriormente se pacta el precio con la empresa compradora por kilogramo de orégano, generalmente sin impuesto al valor agregado (IVA) y sin flete, o sea, lo que se denomina precio en origen o en finca.

La empresa de transporte busca la cosecha al campo del productor y luego lo lleva a su depósito zonal. Cuando completa la carga, lo transporta a otro depósito que posee la empresa que compra el producto. Por lo tanto, el transportista, una vez que entrega el producto a destino, cobra su flete en pesos por bolsa o por kilogramo en función de la distancia transportada. Finalmente, el orégano comercializado llega a la empresa acopiadora o a la industria.

La industria es la encargada de comprar diferentes tipos de orégano de las zonas productoras y a distintos precios. Ésta realiza la mezcla de manera de obtener un producto homogéneo, y fracciona en envases que varían desde los 25 a 50 g con la etiqueta correspondiente a la empresa. Estos envases poseen diferente (1) color, (2) logo, (3) registro de producto alimenticio, (4) registro de establecimiento industrial, (5) código de barras, etc., otorgando lo que se llama imagen institucional bien definida, y caracterizando a la empresa que envasa el producto. Este proceso genera un importante valor agregado a los productos provenientes del eslabón de la producción primaria.

La comercialización del orégano posee una economía informal en la que se incluyen la mayor parte de los productores. Es decir, por un lado no existe un precio de "pizarra" u oficial, y por el otro, debido a los bajos volúmenes de producción, los productores forzosamente venden a intermediarios o acopiadores, incrementándose sus costos de transacción. De esta forma, el pequeño productor se ve imposibilitado de vender a empresas industrializadoras, y por ende mejorar el precio (Arguello *et al.*, 2012b).

Producción Orgánica

Definición y antecedentes

El Codex Alimentarius define agricultura orgánica como un sistema holístico de producción que promueve y mejora la salud del agroecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, prefiriendo el uso de prácticas de manejo dentro de la finca al uso de insumos externos a la finca, tomando en cuenta que condiciones regionales requieren de sistemas adaptados a las condiciones locales. Esto se logra utilizando en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (Codex, 1999). Un sistema de producción orgánico debe: 1. Mejorar la diversidad biológica del sistema; 2. Aumentar la actividad biológica del suelo; 3. Mantener la fertilidad del suelo al largo plazo; 4. Reciclar desechos de origen animal o vegetal para devolver los nutrientes al sistema, minimizando el uso de fuentes no renovables; 5. Contar con recursos renovables en sistemas agrícolas localmente organizados; 6. Promover el uso saludable del agua, el suelo y el aire, así como minimizar todas las formas de contaminación que pueden resultar de la producción agrícola; 7. Manejar los productos agrícolas en su procesamiento con el cuidado de no perder la integridad orgánica en el proceso; 8. Establecerse en fincas después de un período de conversión, cuya duración estará determinada por factores específicos de cada sitio, tales como el historial del terreno y el tipo de cultivos y ganado producido (Codex, 1999).

Por su origen la agricultura orgánica surge desde una concepción integral, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos. No se trata de la mera sustitución del modelo productivo o de insumos de síntesis artificial por insumos naturales. La agricultura orgánica es una opción integral de desarrollo capaz de consolidar la producción de alimentos saludables en mercados altamente competitivos y crecientes (Amador, 1999). La agricultura orgánica rescata las prácticas tradicionales de producción, pero no descarta los avances tecnológicos no contaminantes, sino más bien los incorpora, adaptándolos a cada situación particular. La agricultura orgánica es la conjunción de prácticas ancestrales, como el uso de terrazas por los incas, con la agricultura tradicionalmente biodiversa de nuestros campesinos, vinculada a nueva tecnología apropiada.

Situación mundial y local

Según la publicación, “The World of Organic Agriculture 2018”, del Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica (Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, FIBL) y de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (International Federation of Organic Agriculture Movements, IFOAM), con información actualizada a nivel mundial al año 2016, la producción orgánica está presente en 179 países, con una superficie agrícola total que supera las 57,8 millones de hectáreas. La mayor superficie se encuentra en Oceanía con 27,3 millones de hectáreas, lo que representa el 47% de la superficie mundial bajo certificación orgánica, incluyendo un gran número de praderas dedicadas a la producción animal. Latinoamérica, con 7,1 millones de hectáreas, representa el 12% del total de la superficie agrícola certificada del mundo.

En cuanto a los tres países con mayor superficie orgánica certificada al 2016, destaca en primer lugar Australia con 27,2 millones de hectáreas, luego se encuentra Argentina con un total de 3 millones de hectáreas y en tercer lugar se ubica China con 2,3 millones (Eguillor Recabarren, 2018).

En Argentina, de acuerdo a la ley 25.127, se define como “ecológico, biológico u orgánico a todo sistema de producción agropecuario y su correspondiente agroindustria, como también a los sistemas de recolección, captura y caza, sustentables en el tiempo. Mediante el manejo racional de los recursos naturales y evitando el uso de los productos de síntesis química y otros de efecto tóxicos real o potencial para la salud humana”. Nuestro país cuenta con una estructura legal de fiscalización que es reconocida internacionalmente, basada en una normativa que regula la actividad, equivalente a la que posee la Unión Europea, Estados Unidos y Japón (SENASA, 2013). La superficie bajo seguimiento orgánico en el país durante el año 2019 fue de 3,7 millones de hectáreas, de las cuales 238 mil hectáreas correspondieron a superficie destinada a producción vegetal. La provincia de Río Negro posee el mayor porcentaje de unidades productivas bajo seguimiento (20,6%). Le siguen Mendoza con el 15,8% y Buenos Aires con el 13,2% (SENASA, 2020).

Nutrición y prácticas permitidas en Argentina.

En Argentina, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación, mediante la Res. 423/ 1992, reglamenta y regula las actividades vinculadas a la agricultura orgánica y la utilización de abonos, fertilizantes y mejoradores del suelo (previo control de su origen y composición). “Los productos autorizados para ser utilizados son: algas y productos derivados, aserrín, cortezas vegetales y residuos de madera, compost de: residuos vegetales, provenientes del cultivo de hongos, de lombriz, de desechos domésticos orgánicos, estiércol de granja y gallinaza, líquido u orinas compostados. Se permiten también la harina de hueso y harina de sangre, paja, productos animales transformados procedentes de mataderos y de la industria de pescado, subproductos orgánicos de productos alimenticios y de la industria textil, turba, abonos foliares de origen natural, inoculantes naturales, conchillas y azufre.” Para el caso de utilización de oligoelementos (boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc), debe existir una necesidad reconocida por la Empresa Certificadora. Están autorizados además el sulfato de magnesio (sal de Epsom), sulfato de potasio de origen mineral, arcillas (bentonita, perlita, vermiculita, etc.), mineral de potasio triturado, polvo de roca, roca de fosfato de aluminio calcinada y roca fosfatada natural (hiperfosfato), y roca de magnesio calcárea (dolomita) (SENASA, 1992). En los sistemas orgánicos se utilizan prácticas culturales como: rotación de cultivos, incorporación de compost, lombricompuesto, abonos verdes, incorporación de bacterias fijadoras de N y otras, que buscan aumentar el nivel de materia orgánica del suelo y conservar la fertilidad natural.

Reutilización de aguas residuales

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 (FAO, 2013).

La reutilización de las aguas residuales es una opción importante en la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), que trata todos los aspectos del ciclo hídrico y optimiza el uso del agua en todas sus formas. La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible del año 2002 llamó a los países a desarrollar la GIRH y planes de eficiencia hídrica. Este enfoque incluye, entre otros, los siguientes elementos: (1) evaluar las necesidades hídricas en colaboración con los usuarios finales; (2) examinar todas las fuentes de agua disponibles y (3) ajustar los suministros de agua a las necesidades en base a la cantidad, calidad y fiabilidad requerida para los diversos fines y a los costos del suministro en relación con los beneficios en cada caso. La regeneración de las aguas residuales y su reutilización en la agricultura está teniendo una amplia aceptación en muchas partes del mundo. En muchos países con escasez de agua, las aguas residuales son importantes para equilibrar la demanda y la oferta de agua para diversos usos. Los impulsores de la reutilización de aguas son distintos en los países desarrollados y en los países en desarrollo, pero existen problemas comunes como el aumento de la población y la demanda de alimentos, escasez de agua y preocupación acerca de la contaminación ambiental. Todos estos factores hacen que el agua regenerada sea un recurso potencialmente valioso (FAO, 2013).

Tratamientos de aguas residuales en Argentina

El país cuenta con una buena cobertura de agua potable, no así de los servicios de saneamiento, al que solo el 48% de la población tiene acceso (INDEC, 2010).

Respecto a las plantas de tratamiento de aguas residuales, su existencia no está muy extendida en el país, ya que solo el 35% de las aguas se tratan, el resto se vierten a ríos y mares.

En Argentina, cada provincia tiene legislación propia para la gestión del agua. Según el censo (INDEC 2010) la cobertura de agua es del 83% y la cobertura de saneamiento es 48,85%, mostrando un aumento del 4% y 6% respectivamente con relación a los datos censales del año 2001. Se estima que la producción de agua residual varía entre 180 – 230 l/hab/año.

Existe una gran disparidad de cobertura entre provincias (Tabla 4), la ciudad de Buenos Aires presenta una cobertura de saneamiento de casi el 100% mientras que en otras provincias, como Misiones, el Chaco o Santiago del Estero, la cobertura es menos del 30%.

Con relación al tratamiento de aguas residuales, la 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%.

Tabla 4: Cobertura de saneamiento según jurisdicciones Argentina (INDEC 2010).

| Jurisdicción | 2001 | 2010 |
|--------------------------------------|---------------|---------------|
| Cda de Bs As | 96,61% | 97,94% |
| Buenos Aires | 38,7% | 43,18% |
| Catamarca | 29,66% | 43,78% |
| Chaco | 18,55% | 24% |
| Chubut | 67,92% | 78,8% |
| Córdoba | 25,66% | 34,59% |
| Corrientes | 42,37% | 51,17% |
| Entre Ríos | 53,09% | 68,09% |
| Formosa | 21,72% | 30,1% |
| Jujuy | 48,01% | 60,37% |
| La Pampa | 45,71% | 59,78% |
| La Rioja | 39,16% | 51,29% |
| Mendoza | 54,57% | 60,95% |
| Misiones | 11,27% | 16,85% |
| Neuquén | 64,50% | 71,68% |
| Río Negro | 51,05% | 60,02% |
| Salta | 51,06% | 60,57% |
| San Juan | 18,27% | 26,62% |
| San Luis | 44,41% | 60,23% |
| Santa Cruz | 73,07% | 83,85% |
| Santa Fe | 38,77% | 45,88% |
| Santiago del Estero | 13,95% | 19,27% |
| Tierra del Fuego | 91,18% | 89,86% |
| Tucumán | 36,71% | 43,39% |
| Promedio Total en el país | 42,50% | 48,85% |

Un caso particular se da en el río de la Plata, donde fluyen diariamente alrededor de 2.300.000 m³, o 0,8 km³ al año, de aguas residuales sin tratar, según estimaciones de la empresa "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 que se hace importante la necesidad de una mejor gestión de los recursos hídricos, y una buena opción es desviar las aguas residuales de los cuerpos de agua, enviándolas a otros usos, como la agricultura (FAO, 2014).

Entre las tecnologías utilizadas para el tratamiento de las aguas residuales se encuentra un gran predominio de las lagunas de estabilización, seguidas por los digestores de barros. Los lechos percoladores y las zanjas de oxidación tienen una escasa utilización en el país. Los biosólidos (barros y residuos de rejillas) son dispuestos por lo general en rellenos sanitarios y sólo una mínima parte es destinada al reúso, como abono forestal o en lombricultura (FAO, 2014).

Situación del uso de aguas residuales en el Sudoeste bonaerense

En los últimos años la producción agrícola ha incurrido en nuevas prácticas, fuera de lo convencional, con la finalidad de diversificar y encontrar nuevas salidas que sean rentables y sustentables, en respuesta al régimen errático de las precipitaciones y por ende los bajos rendimientos de los cultivos en dicha región.

Comúnmente este tipo de explotaciones no tradicionales son acompañadas o difundidas por programas municipales o provinciales, los que otorgan créditos con tasas accesibles y evalúan planes de negocio. Generalmente se trata de emprendimientos de pequeña escala, es decir de producciones primarias sin industrialización y sin mercados definidos.

Dentro estas alternativas no convencionales podemos nombrar la producción de aromáticas y medicinales, como así también la obtención y comercialización de sus subproductos. En los últimos años esta actividad ha tomado fuerza, debido a que los mercados de estas especies han aumentado su demanda, lo que ha llevado a que aumente el número de productores que han incorporado estos cultivos a sus sistemas de producción, los cuales además del rédito económico aprovechan las ventajas que pueden obtener de estos a nivel biológico y paisajístico.

Teniendo en cuenta el déficit hídrico que presenta la región, y siguiendo con el lineamiento conservacionista, sería lógico pensar en incorporar las aguas residuales como el recurso hídrico factible para cubrir dicho faltante hídrico. Si bien el uso de este recurso ha sido implementado en varias regiones y en varios cultivos, aun no hay registros experimentales ni científicos suficientes, del uso del mismo en producciones de aromáticas y medicinales.

Tratamiento de efluentes líquidos en el Frigorífico para su reutilización.

En la planta de procesamiento del frigorífico continuamente están desechando agua que, luego de ciertos tratamientos, puede ser reutilizada para el riego de las plantaciones. La misma proviene de la limpieza de todos los equipos o que fue empleada para la cocción de los productos. Contiene productos adicionales como detergentes y desengrasantes que están habilitado por el SENASA para el uso en la industria alimenticia. 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 rejas, 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 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 m² (Figura 5), 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 m² (Figura 6), que permite la oxidación y decantación de elementos orgánicos que aun pudieran permanecer.

3- Cloración

En este último proceso los efluentes pasan a una laguna aeróbica receptora (Figura 7), donde

se produce la cloración para eliminar las bacterias presentes.



Figura 5: Laguna N° 1 anaeróbica.



Figura 6: Laguna N° 2 facultativa.



Figura 7: Laguna N° 3 aeróbica y receptora.

Respecto a la utilización de estas aguas en sistemas de riego por goteo donde los orificios de salida son muy pequeños, se debe prestar atención al funcionamiento de los filtros, ya que son más propensas a generar mohos que puedan tapar los goteros, perjudicando la aplicación de riego.

Objetivos

Objetivo general:

Evaluar la producción orgánica del cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) cv. Alpa Sumaj para tres sitios que presentan diferentes profundidades de suelo, bajo las condiciones agroecológicas de la localidad de Cabildo, utilizando aguas residuales de la industria frigorífica para riego.

Objetivos Particulares:

- Estimar los requerimientos hídricos del cultivo.
- Cuantificar los parámetros fenológicos, morfológicos y productivos.
- Realizar un balance económico del cultivo en la zona.

Materiales y métodos

Localización

Durante el periodo 2018/2019 se llevó a cabo el ensayo en el predio del frigorífico Cabildo, el cual pertenece a la Cooperativa Obrera Ltda. (Figura 8). El mismo está ubicado a 1,3 km de la localidad de Cabildo, partido de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires (38°29'00" S; 61°54'00" O).



Figura 8: Imagen del predio e identificación de los sitios de cultivo y su correspondiente profundidad efectiva de suelo.

Historia y características del predio

La necesidad de crear el frigorífico surgió a raíz del planteo de los habitantes de la localidad lindante, como necesidad de procesar lo que ellos producían. Tiempo después se presentó un proyecto en la municipalidad, en cual fue aprobado en 1985, llevando consigo la adquisición de 6 hectáreas, siendo esta la superficie actual.

Luego de un tiempo esta planta de procesamiento había entrado en un estado de estancamiento, de manera que de aquí surge la posibilidad de asociación con otras cooperativas, como fue y aun es el caso de la Cooperativa Obrera Ltda., con quien se firmó convenio desde al año 1992.

En este predio, si bien la actividad principal es frigorífica, 2 de las 6 hectáreas comprendidas fueron destinadas a la concreción de un huerto orgánico de olivos, proyecto conjunto que llevan a cabo la Cooperativa Obrera y la Universidad Nacional del Sur. Se encuentra atrás del predio y se plantó en filas 340 plantas de olivos, las que son regadas con riego complementario. Los espacios interfilares son los aprovechados para llevar adelante los ensayos con aromáticas, ya que la red de riego, con algunas adaptaciones, permite que estos también puedan acceder al recurso hídrico.

Es importante destacar, que el agua utilizada para riego proviene del tratamiento de efluentes líquidos del frigorífico.

En cuanto al mantenimiento general, hay una persona que se encarga de dicha tarea, quien también se encarga del control del riego.

Situaciones de sitio

El 10 de octubre de 2018 con la llegada de los plantines de Orégano cv. Alpa Sumaj se le dio inicio al ensayo. Los mismos fueron provenientes del vivero LUNTA de Mendoza. Una vez recibidos fueron depositados en invernaderos con riego por micro aspersion automatizado bajo riego. Debido a un retraso en el trasplante a campo y el tamaño de los plantines, el 11 de octubre de 2018 se llevó a cabo un repique, con lo cual se pasaron todas las plantas a bandejas con alveolos de mayor tamaño. También se les realizó un despuntado para romper la dominancia apical y de esta manera favorecer la ramificación, lo que generó una corona más grande y una mata más robusta.

Con respecto a los trabajos de campo que se llevaron a cabo previo al trasplante, en primera instancia se realizó un mapeo del predio para conocer la variación de la profundidad, de modo que sería necesario para decidir en qué lugares se llevarían a cabo los planteos para las diferentes situaciones de sitio. Una vez definidos los sectores, se comenzó la preparación de la tierra, a la cual se le paso un motocultivador sobre una superficie de 0,7 m de ancho por 7,5 m de largo conformando así tres surcos con dicha medidas para cada situación, con el fin de remover la superficie y dejarla refinada para el trasplante y la buena adaptación inicial de los plantines. Luego se procedió a colocar el sistema de riego por goteo en el que se utilizaron cintas con goteros incorporados, distanciados a 33 cm y con un caudal de 1,6 l h⁻¹. Una vez colocado se realizó la prueba del mismo, y tras confirmar el correcto funcionamiento se puso el mulching plástico en todos los surcos del estudio. Para esto se utilizó polietileno de silo

bolsa de 150 micrones, con la parte negra hacia abajo y la parte blanca hacia arriba. La utilización de esta técnica permitiría mantener bajo control las malezas y también evitar la evaporación, al tener la parte blanca hacia arriba refleja la radiación solar y mantiene una temperatura baja en el suelo por debajo del polietileno.

Luego de tener las parcelas preparadas, el día 31 de octubre se llevó a cabo el trasplante de los plantines con cepellón, distribuyendo 25 plantines por surco con una distancia entre sí de 0,3 m y 0,8 m entre surcos, con un total de 75 plantines por sitio en estudio.

Este procedimiento se repitió en el lugar designado a cada situación de suelo y son las siguientes:

T, sin restricciones de profundidad.

L, limitación media, profundidad entre 15-20 cm.

AL, alta limitación, profundidad efectiva menor a 15 cm.

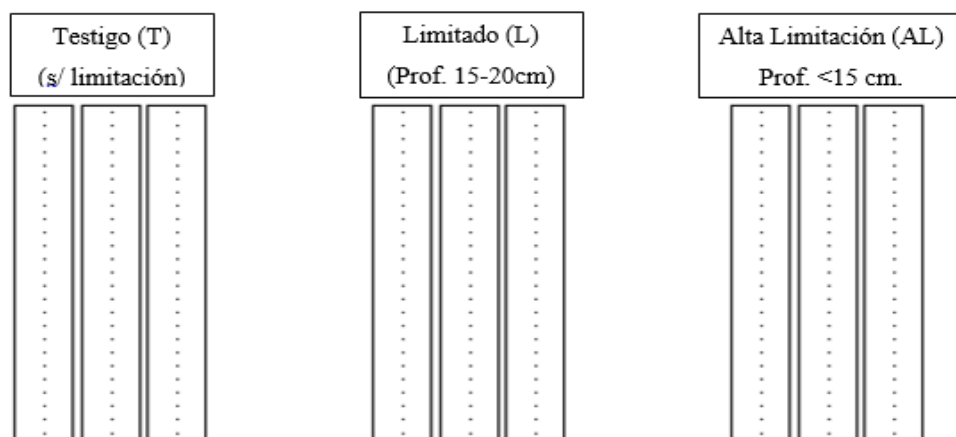


Figura 9: Esquema planteado en cada situación de sitio.

Durante el ciclo del cultivo se realizaron dos fertilizaciones con té de lombricompost, siendo este un producto orgánico. La primera se llevó a cabo junto con el trasplante, en la que se utilizó una dosis de 1,3 ml de fertilizante diluido en agua a una relación de 1:20. La 2^{da} aplicación se realizó luego del 1^{er} corte, en la que se utilizó la misma dosis, pero con una relación 1:10 de agua.

Fenología del Orégano

En base a las principales etapas del ciclo del cultivo, el mismo se dividió en dos macro-estadios fenológicos: estadios Vegetativos (V) y Reproductivos (R). Fenofases determinadas según estados de madurez de los tallos, MS definidos por los tipos de órganos generados a partir de las yemas de los tallos (hojas, ramificaciones, y estructuras florales) al momento de la observación fenológica. El progreso de la fenología del cultivo en el ensayo se evaluó calculando MS_p de manera semanal, el cual se dividió en siete categorías, desde 0 hasta 6, según el grado de desarrollo de las yemas axilares del tallo principal. El macro-estadio “V”, abarca los MS de 0 a 3, mientras que, el “R”, abarca MS de 4 a 6 (Figura 10). En este estudio, la fenofase de Semilla-Emergencia (S-E) no fue registrada ya que el cultivo se inició a partir de plantines propagados por estacas, método típico de propagación de la especie (Davidenco, 2015).

| Fenofase | Denominación | Descripción morfológica |
|----------------|---------------------|---|
| S-E | Semilla-Emergencia | Estado de semilla o emergencia a partir de la siembra |
| V ₀ | Vegetativo temprano | Yemas axilares no visibles a lo largo del tallo principal |
| V ₁ | Vegetativo Medio | Al menos dos nudos con yema axilar desarrollada (primer par de hojas de la ramificación secundaria desarrollada) a lo largo del tallo principal |
| V ₂ | Vegetativo Tardío | Al menos dos nudos con ramificación secundaria desarrollada (despegada del eje principal) a lo largo del tallo principal |
| V ₃ | Transición | Presencia de Botón floral apical en el tallo principal |
| R ₄ | Pre-Floración | Presencia de botones florales en al menos 3 ramificaciones secundarias del eje principal |
| R ₅ | Inicio de Floración | Hasta tres ramificaciones secundarias del eje principal con una flor abierta por epicastro |
| R ₆ | Plena Floración | Más de tres ramificaciones secundarias del eje principal con más de una flor abierta por epicastro |

Figura 10: Fenología del cultivo de Orégano (Davidenco, 2015).

Muestreos

Desde el momento en que se realizó el trasplante en adelante, durante el ciclo del cultivo se realizaron diversos monitoreos, y en tres ocasiones se muestreó (cortes), con el fin de hacer un seguimiento del cultivo e ir identificando los distintos estados fenológicos, y la presencia de adversidades. Para esto se llevaron a cabo visitas periódicas al predio en las que se observó el estado general de los mismos. En estas se midieron dos parámetros morfológicos, la altura (cm) y el diámetro (cm) de mata de las plantas de cada sitio en estudio, y se observó el estado fenológico predominante. Además se realizaron actividades complementarias que incluían el

desmalezado manual, el monitoreo de plagas y enfermedades y la observación del funcionamiento del riego y estado del mulching.

Se realizaron análisis de agua y suelo, ya que son factores importantes y de los que debemos tener conocimiento por su influencia en el desarrollo del cultivo. En el primer caso se hizo con la finalidad de conocer el contenido de cationes y aniones, el pH, la conductividad eléctrica y el RAS para así determinar su aptitud para el uso en riego. En el segundo caso, se analizó la muestra para conocer el contenido de materia orgánica, de nitrógeno y fósforo, el pH, conductividad eléctrica y textura.

En este cultivo se realizaron tres cortes, en donde se recolectó todo el material aéreo de todas plantas de las tres situaciones estudiadas. Es importante en esta tarea dejar un remanente suficiente que permita un buen rebrote y así alcanzar una buena producción para el segundo corte y así sucesivamente. En la última cosecha, se dejó un remanente mayor a los cortes anteriores, debido a que las plantas durante el invierno acumulan reservas en sus coronas, para poder tener un buen rebrote en primavera.

Todo el material cosechado fue utilizado en distintas etapas para registrar algunos parámetros productivos, como el peso fresco, peso seco, peso seco despallado, la relación hoja: tallo y el contenido de aceites esenciales. El primero de los anteriores, se tomó en el campo al momento de terminar la cosecha de cada de corte. Este material recolectado fue llevado luego a un invernadero, en donde se lo distribuyó de modo tal que permita una buena aireación, en algunas ocasiones se depositó el material sobre camas para una mejor distribución, dando como resultado un correcto secado natural de todo el orégano y obtener así el peso seco del mismo. El paso siguiente fue despallado el material, tarea que se realizó manualmente y que consiste en sacar las hojas de los tallitos para luego estar ser pesadas y obtener el peso seco despallado. También pesando los tallos ya defoliados, se determinaron los dos valores necesarios para calcular la relación hoja: tallo.

Para la obtención del último parámetro medido, contenido de aceites esenciales, se procedió a realizar una destilación de las hojas y flores por arrastre con vapor de agua de 2 muestras de cada sitio, es decir 6 destilaciones las que llevaron aproximadamente 3 a 4 horas cada una.



Figura 11: Equipo de destilación de Agronomía, UNS.

Dentro de este equipo se cargó el material deshidratado correspondiente a una muestra, compuesta por las hojas y flores del orégano, de la cual conocíamos el peso (Figura 11). Cuando el proceso finalizaba podíamos extraer el aceite esencial, al separarlo por diferencia de densidad del agua condensada. Este aceite se vertía en pequeños frascos, de los que se conocían el peso, se los enumeraba y luego se almacenaban en frío para que mantenga su calidad hasta el momento de realizarles un análisis. Al conocer el peso del frasco, luego podríamos calcular los gramos de aceite que contenía y a esto relacionarlo con los gramos de materia seca puesta a destilar.

Los análisis se realizaron mediante cromatografía gaseosa asociada a espectrometría de masas (CG-EM), en el laboratorio de Química Orgánica del Departamento de Química de la UNS. Para este proceso se utilizó un cromatógrafo de gaseoso Agilent Technology 7890B equipado con una columna capilar HP-5 y acoplado a Espectrómetro de Masa 5977^a MSD como

detector. El gas carrier fue Helio con un caudal de 1 ml min^{-1} . Para la detección, se usó un sistema de ionización de electrones con una energía de ionización de 70 Ev. Los extractos se diluyeron en un solvente apropiado a una concentración conocida e inyectados en el cromatógrafo con la técnica splitless. Las temperaturas del inyector y detector fueron programadas a 220 °C y 290 °C respectivamente. La identificación de los componentes del aceite se realizó por comparación de los espectros de masas con los almacenados en la base de datos del espectrómetro, por comparación de los tiempos de retención con muestras auténticas y por determinación de los índices de retención. La composición relativa porcentual del aceite se determinó directamente de las áreas de los picos del cromatograma.

Necesidad hídrica del Orégano

Para determinar la necesidad hídrica del cultivo, se implementó el programa informático CROPWAT 8.0. El mismo utiliza registros climáticos históricos, datos del cultivo y del suelo de la región a estudiar, desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2002; Allen *et al.*, 2006).

Este programa utiliza la ecuación de Penman-Monteith para calcular la evapotranspiración de referencia (ET_o), que multiplicada por el coeficiente del cultivo (K_c) permite obtener la evapotranspiración del cultivo (ET_c) o necesidad hídrica de la planta. Con el fin de estimar los valores de K_c inicial, medio y final del cultivo de orégano para emplearlo en el programa informático CROPWAT 8.0 se procedió a realizar la curva de K_c representativa de la zona utilizando los datos fenológicos medidos durante el ciclo del cultivo. Es importante aclarar que, los valores de K_c allí reflejados, fueron estimados en base a cultivos de morfología y ciclo de crecimiento similares (FAO, 2006), a su vez estos valores fueron ajustados de acuerdo al comportamiento y a características propias de nuestro cultivo, como así también de la región donde realizamos el ensayo.

Los datos de la textura arrojados en el análisis de suelo se utilizaron con el fin de determinar parámetros físicos empleando la tabla de Israelsen y Hansen (1965), para luego ser utilizados en el programa informático CROPWAT 8.0.

Los requerimientos netos de riego se calcularon a través de la diferencia entre la ET_c y la precipitación efectiva (P_e), este último término determinado por el método del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (USDA, 2018; Allen *et al.*, 2006). El

requerimiento neto es el agua que necesita el cultivo, pero al momento de aplicarlo estará condicionado por la eficiencia del método de riego seleccionado, convirtiéndose en requerimiento hídrico bruto o lámina bruta.

Resultados y discusión

Análisis de suelo

Tabla 5: Resultado del análisis de suelo del lugar donde realizó en ensayo. Laboratorio de Servicios Analíticos de suelos, plantas y ambiente LABSPA (Ex LANAIS N-15) CERZOS-CONICET-UNS.

| PARAMETROS | PROFUNDIDAD 0-20cm | PROFUNDIDAD 20-40cm |
|--------------------------|--------------------|---------------------|
| MO (%) | 3,86 | 2,06 |
| pH | 7,1 | 7,3 |
| Pe (ppm) | 17,3 | 10,3 |
| Nt (%) | 0,171 | 0,098 |
| CE (dS m ⁻¹) | 0,5 | 0,56 |
| Textura | Franco arenoso | Franco arenoso |

Abreviaturas: MO: Materia orgánica. Pe: Fosforo extractable. Nt: nitrógeno total. CE: Conductividad eléctrica.

A partir de la observación de los resultados y según Andrade y Martínez (2014), el suelo presenta un contenido muy alto de materia orgánica en la profundidad entre 0 a 20 cm porque el valor obtenido supera el 2,5%; y un alto contenido entre 20 a 40 cm ya que se encuentra comprendido entre 2% y 2,5%. Según el rango de valores de pH (6,6 – 7,5) el suelo se considera neutro. En el caso del fosforo extractable, este se encuentra dentro del rango 16 y 25 ppm por lo que se considera normal en la profundidad de 0 a 20cm, siendo bajo entre 20 a 40 cm ya que en esta caso es menor a 15 ppm. El nitrógeno total no se toma en cuenta para clasificar, debido a su movilidad que puede variar en su magnitud en el corto plazo, simplemente se lo mide para conocer el contenido actual y tener como referencia al momento de planificar la fertilización. Con respecto a la conductividad eléctrica, se lo clasifica como un suelo no salino, ya que en ambas profundidades el valor obtenido es menor a 2 dS m⁻¹ (Tabla 5).

Análisis de agua

Según la clasificación de Riverside el agua es C3 S2, esto implica que tiene una salinidad alta, siendo apta para el riego en suelos que tengan buen drenaje, empleando altos volúmenes de

agua y utilizando cultivos tolerantes. La utilización del recurso en el ensayo no fue una limitante por que el método de riego localizado permite la utilización de aguas con mayor concentración de sales sin alterar la productividad del cultivo (Pizarro, 1990).

Las magnitudes del RAS indican que el sodio se encuentra en valores medios, con cierto peligro de acumulación en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Según la textura del suelo (franco-arenosa) donde se realizó el estudio, el catión sodio no resulta un problema para la degradación física.

En cuanto al pH, se trata de un agua alcalina, pudiendo tener esto un efecto negativo sobre la absorción de nutrientes (Tabla 6).

Tabla 6: Resultado del análisis de agua para riego de los ensayos. Laboratorio LANAQUI (laboratorio de análisis químicos) CERZOS-CONICET-UNS.

| | |
|-------------------|--|
| Ph | 9,1 |
| CE | 1,6 dS m ⁻¹ |
| Na | 295 mg L ⁻¹ |
| Ca | 33,3 mg L ⁻¹ |
| Mg | 10,8 mg L ⁻¹ |
| Cl | 253 mg L ⁻¹ |
| CO ₃ | Libre |
| HCO ₃ | 420 mg L ⁻¹ |
| S-SO ₄ | 36,6 mg L ⁻¹ |
| RAS | 11,4 |
| Pureza | 127,5 CaCO ₃ mg L ⁻¹ |

Fenología durante el ensayo

A pesar del retraso en la fecha de trasplante, el cultivo ha tenido un correcto desarrollo fenológico (Figura 15). Desde la implantación hasta la primera semana de enero se encontraba en el estado V2, es decir que contaba con al menos dos nudos con ramificaciones secundarias desarrolladas a lo largo del tallo principal, para todos los sitios analizados (Figura 12).

En la segunda visita realizada el 24 de enero las plantas se encontraban en presencia del botón floral apical en el tallo principal (V3) para el sitio sin limitación de profundidad, en cambio en los otros dos sitios se observaba una transición de V2 a V3 (Figura 13). El 7 de febrero,

predominaba el estadio R5 en el sitio sin limitación, donde el cultivo presentaba varias flores abiertas en el tallo principal y los secundarios (Figura 14).

Con respecto a las plantas que se encontraban en los otros sitios, se observó que en el lugar donde la limitación era media, el estado que predominaba estaba entre R4 y R5, en tanto en el espacio correspondiente al sitio de alta limitación predominó el estado de hasta 3 ramificaciones secundarias del tallo principal con una flor abierta (R5).



Figura 12: Estado V3, BF en tallo principal.



Figura 13: Estado V2 del cultivo.



Figura 14: Estado R5, flores abiertas.

Los cortes se realizaron en febrero el primero, marzo el segundo y abril el tercero cuando el cultivo se encontraba en los estadios de inicio de floración (R5) o plena floración (R6).

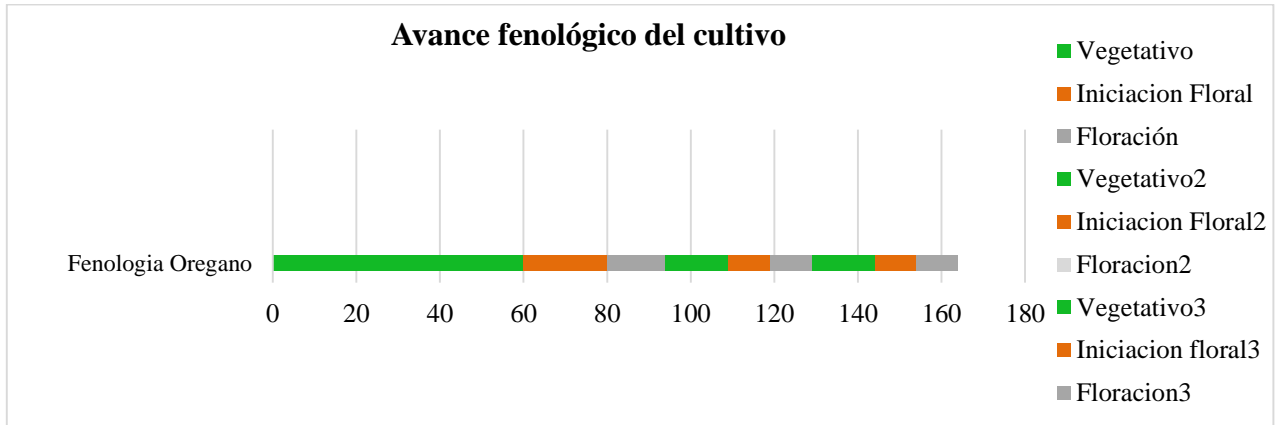


Figura 15: Avance fenológico observado a campo del cultivo, en días.

Estimación de la necesidad hídrica

El período de crecimiento del cultivo se dividió en cuatro etapas, la inicial, que está comprendida entre la fecha de siembra y el momento que el cultivo alcanza aproximadamente el 10% de cobertura del suelo; desarrollo, desde que el cultivo tiene un 10% de cobertura hasta completarla cobertura total; la etapa de media que comprende el período de tiempo entre la cobertura completa hasta el comienzo de la madurez. Por último, la etapa final, desde madurez hasta el momento de la cosecha (Figura 16).

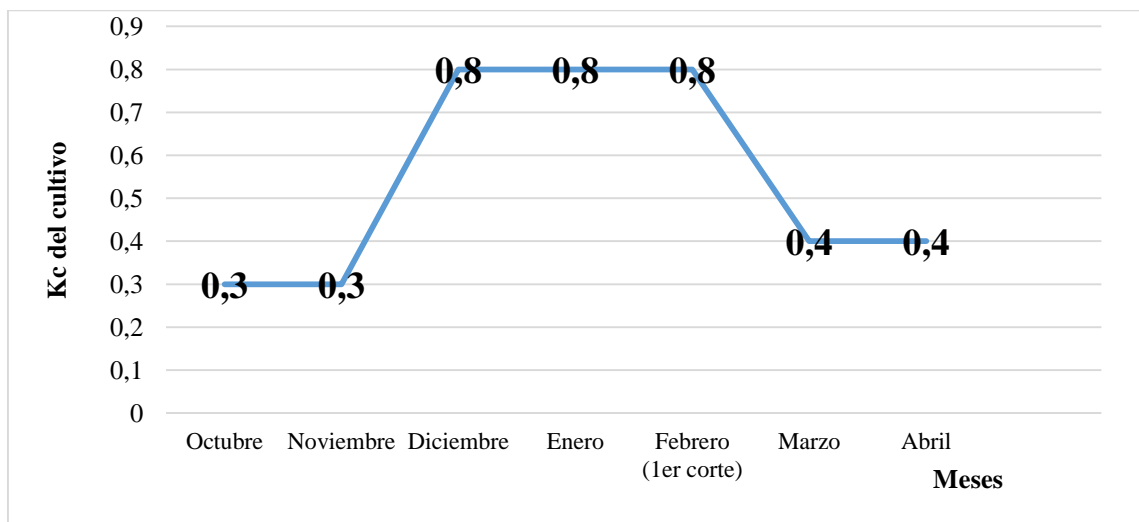


Figura 16: Curva de Kc del cultivo de Orégano.

Según los valores obtenidos en el Cropwat, la evapotranspiración de referencia (ET_o) más elevada ocurrió en el mes de enero siendo de 7,99 mm día⁻¹, mientras que el valor más bajo correspondió al mes de junio con una magnitud de 1,65 mm día⁻¹.

Los valores más elevados de evapotranspiración del cultivo (ET_c) se encontraron a mediados del mes de enero, con una magnitud de 6,55 mm día⁻¹, esto se condice con los valores de mayor ET_o en ese mes, por lo tanto, se puede decir que, el periodo fenológico de mayor demanda hídrica del cultivo de orégano coincide con el periodo de mayor demanda atmosférica (Tabla 9).

El INTA de Mendoza ha medido la necesidad hídrica del orégano en su ciclo, siendo de aproximadamente 700 mm. En este ensayo la ET_c fue de 672,2 mm, por lo que es un valor considerado similar.

La precipitación efectiva durante el período analizado fue de 313,8 mm, aportando solo el 46% de lo requerido durante el ciclo fenológico. Estos resultados demuestran que, en el sitio de estudio, lo que aportan las precipitaciones no es suficiente para cubrir las necesidades hídricas de este cultivo, por lo tanto, es necesario recurrir al riego complementario para poder lograr cubrir los requerimientos. (Tabla 7)

Con una eficiencia del 90% en la aplicación del riego localizado, se aplicó una lámina bruta de 403,22 mm durante el período de implantación hasta el primer corte. Debido a las diferentes profundidades de suelo que presenta cada sitio, para aplicar los mismos volúmenes de agua hay que variar la frecuencia de riego, especialmente en el sitio que tiene menos profundidad efectiva, donde se riega con mayor frecuencia.

Tabla 7: Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 de los siguientes parámetros: Evapotranspiración del cultivo de Orégano (ET_c), Precipitación efectiva (Pe) y Requerimiento neto de agua (Req Neto).

| Mes | Decena | Estación | ET _c mm/día | ET _c mm/dec | Prec. Efe (Pe) mm/dec | Req. Neta mm/dec |
|------------|--------|------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Oct | 3 | Inicial | 1,46 | 1,46 | 1,9 | 0,0 |
| Nov | 1 | Inicial | 1,64 | 16,4 | 17,5 | 0,0 |
| Nov | 2 | Inicial | 1,82 | 18,2 | 15,7 | 2,5 |
| Nov | 3 | Desarrollo | 1,97 | 19,7 | 17,1 | 2,6 |
| Dec | 1 | Desarrollo | 2,66 | 26,6 | 19,2 | 7,4 |
| Dec | 2 | Desarrollo | 3,77 | 37,7 | 20,4 | 17,3 |
| Dec | 3 | Desarrollo | 4,86 | 53,5 | 19,5 | 34,0 |
| Jan | 1 | Media | 6,07 | 60,7 | 18,0 | 42,8 |
| Jan | 2 | Media | 6,55 | 65,5 | 17,1 | 48,4 |
| Jan | 3 | Media | 6,20 | 68,2 | 17,7 | 50,6 |
| Feb | 1 | Media | 5,80 | 58,0 | 18,3 | 39,7 |

| | | | | | | |
|------------|---|-------|------|--------------|--------------|--------------|
| Feb | 2 | Media | 5,51 | 55,1 | 18,7 | 36,4 |
| Feb | 3 | Media | 4,98 | 39,8 | 19,4 | 20,5 |
| Mar | 1 | Media | 4,45 | 44,5 | 20,6 | 23,9 |
| Mar | 2 | Final | 3,91 | 39,1 | 21,4 | 17,6 |
| Mar | 3 | Final | 3,09 | 34,0 | 19,8 | 14,1 |
| Apr | 1 | Final | 2,18 | 21,8 | 18,1 | 3,7 |
| Apr | 2 | Final | 1,49 | 11,9 | 13,5 | 0,0 |
| | | | | | | |
| | | | | 672,2 | 313,8 | 362,9 |

Resultados morfológicos y productivos

Seguimiento del crecimiento del cultivo en los distintos sitios

A lo largo del ensayo, se fue haciendo un seguimiento del crecimiento del cultivo en los distintos sitios. Sobre estos se midió la altura y el diámetro de todas las plantas y además se observó el estado fenológico predominante.

Tabla 8: Influencia de los distintos sitios de cultivo sobre la altura y diámetro de las plantas, observadas en tres visitas.

| Fecha de muestreo | Situación de sitio | Altura planta (cm) | Diámetro de la mata (cm) |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 3/1/2019 | SIN LIMITACIÓN | 18,16 | 6,48 |
| | LIMITACIÓN MEDIA | 9,76 | 3,48 |
| | LIMITACIÓN ALTA | 15,39 | 5,49 |
| 24/1/2019 | SIN LIMITACION | 22,04 | 14,16 |
| | LIMITACION MEDIA | 11,84 | 11,24 |
| | LIMITACION ALTA | 18,6 | 13,28 |
| 7/2/2019 | SIN LIMITACION | 30,4 | 20,28 |
| | LIMITACION MEDIA | 18 | 19,4 |
| | LIMITACION ALTA | 23,92 | 23,1 |

En el sitio que no había restricción de profundidad los parámetros medidos demostraron que en el transcurso del estudio el crecimiento fue adecuado, con aumento creciente entre observaciones, mostrando un porte erecto. En el caso del lugar con limitación media,

inicialmente mostró valores esperados, pero luego por una falla en el sistema de riego se notó una disminución en el crecimiento, el cual luego de solucionar el problema mejoró, pero que de todos modos se vio reflejado al momento de la tercera observación, tomando en este caso un aspecto achaparrado. Por último, las plantas pertenecientes al sitio cuya profundidad estaba altamente limitada, mostró medidas mejores de lo que se esperaban, con un crecimiento menor en altura respecto al diámetro, logrando una planta de buen porte y con un aspecto más achaparrado (Tabla 8).

Resultados productivos en los distintos sitios

En lo que respecta a resultados productivos, se evaluó el peso fresco, que fue medido al momento del corte. También se evaluó el peso seco, la relación hoja: tallo y el contenido de aceites esenciales con su calidad.

Con respecto a la evaluación de peso fresco, en el sitio que no había limitaciones se observa un incremento desde el primero al último corte, debido a que las plantas incrementaban su tamaño con una capacidad de rebrote mayor. En el caso de limitación media, llegó bien al primer corte, pero en el segundo queda reflejado el problema con el riego, el que influyó en el rebrote de la planta por lo que el crecimiento se vio afectado. Solucionado el inconveniente del riego comenzó a normalizarse pero las plantas quedaron afectadas sin capacidad de respuesta con consecuencias directas en el rendimiento. En el sitio que se caracterizaba por la alta limitación en cuanto a profundidad del suelo se obtuvieron valores similares al sector sin limitaciones donde la profundidad era mayor a 50 cm (Tabla 9).

Tabla 9: Peso fresco de cada sitio de cultivo, registrado inmediatamente luego del corte.

| | Biomasa Fresca Planta⁻¹(g) | | | |
|---|--|------------------|------------------|--------------|
| | 1er corte | 2do corte | 3er corte | Total |
| SIN LIMITACIÓN Prof. > 50 cm | 5,1 | 11,0 | 39,2 | 55,3 |
| LIMITACIÓN MEDIA Prof. 15-30 cm | 5,1 | 3,2 | 8,6 | 16,9 |
| LIMITACIÓN ALTA Prof. < 10 cm | 6,4 | 13,4 | 35,5 | 55,3 |

El peso seco de las plantas de orégano Alpa Sumaj presentó una situación similar a las magnitudes del peso fresco en donde los sitios sin limitación y con alta limitación tuvieron valores similares (Tabla 10).

Tabla 10: Biomasa seca por planta en cada corte y total, para los distintos sitios de cultivo.

| Biomasa Seca Planta⁻¹(g) | | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|--------------|
| | 1er corte | 2do corte | 3er corte | Total |
| SIN LIMITACIÓN Prof. > 50 cm | 1,5 | 3,0 | 11,1 | 15,6 |
| LIMITACIÓN MEDIA Prof. 15-30 cm | 1,6 | 1,2 | 2,9 | 5,6 |
| LIMITACIÓN ALTA Prof. < 10 cm | 1,8 | 4,2 | 10,5 | 16,5 |

En el caso de la relación Hoja: Tallo (Tabla 11), para las tres situaciones planteadas el valor obtenido fue similar. Para los casos sin limitación y de alta limitación, las plantas han logrado mayor tamaño, lo que implica una mayor estructura, con respecto al sitio de limitación media en donde la planta fue más pequeña, con menos tallos y más hojas obteniendo una mejor relación Hoja:Tallo.

Tabla 11: Relación HOJA: TALLO para los distintos sitios de cultivo.

| Relación HOJA:TALLO | | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | 1er corte | 2do corte | 3er corte | Promedio |
| SIN LIMITACIÓN Prof. > 50cm | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 2,0 |
| LIMITACIÓN MEDIA Prof. 15-30 cm | 2,4 | 2,9 | 2,6 | 2,6 |
| LIMITACIÓN ALTA Prof. < 10 cm | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 |

El orégano se utiliza en su mayoría seco y se estimó el rendimiento por hectárea de biomasa seca (Tabla 12). Los resultados obtenidos arrojan una diferencia a favor del sitio con mayor limitación. En el caso de limitación media, la falta de agua en una parte de su ciclo se ve claramente reflejada en este parámetro. Sin embargo, más allá del rendimiento obtenido en cada situación de profundidad de suelo, estos fueron por debajo del esperado según el artículo de la UNC (2013), donde en el primer año se podría llegar a 1.500 kg ha⁻¹, aunque esta

diferencia también podría atribuirse a que en este caso a dos motivos. El primero se debe al retraso en la fecha de plantación del cultivo lo que genera que este cumpla con el avance de su ciclo, pero llegue con menor tamaño de sus estructuras a la floración (momento de corte). El otro punto está relacionado a que el cultivo al tratarse de una especie perenne suele llegar a su pico de rendimiento a partir del segundo año.

Tabla 12: Rendimiento de biomasa seca por hectárea en los distintos tratamientos.

| | Rendimiento ha ⁻¹ (kg) | | | |
|---|-----------------------------------|-----------|-----------|-------|
| | 1er corte | 2do corte | 3er corte | Total |
| SIN LIMITACIÓN Prof. > 50cm | 64,3 | 126,6 | 473,5 | 664,4 |
| LIMITACIÓN MEDIA Prof. 15-30 cm | 66,7 | 49,6 | 122,1 | 238,5 |
| LIMITACIÓN ALTA Prof. < 10 cm | 76,9 | 179,1 | 447,8 | 703,7 |

Análisis y caracterización de aceites esenciales

Los aceites obtenidos luego de la destilación de materia seca, para los diferentes tratamientos, fueron analizados para conocer su composición y la proporción de los diferentes compuestos.

Tabla 13: Composición del aceite esencial, obtenido a partir del sitio sin limitación.

| Compuestos | Promedio | Compuestos | Promedio |
|---------------------------|----------|---------------------|----------|
| α -tujeno | 0,6475 | terpinen-4-ol | 9,07 |
| α -pineno | 0,4375 | p-cimen-8-ol | 0,915 |
| α -fencheno | 0,109 | α -terpineol | 2,038 |
| 1-octen-3-ol | 1,71 | timol metil éter | 0,8605 |
| Sabineno | 0,8625 | Carvona | 0,3 |
| β -mirceno | 0,833 | Piperitona | 0,536 |
| α -felandreno | 0,1455 | acetato de linalilo | 2,049 |
| δ -3-careno | 1,9935 | Timol | 14,058 |
| α -terpineno | 3,0795 | Carvacrol | 11,558 |
| o-cimeno | 1,115 | β -cubebeno | 2,1225 |
| p-cimeno | 1,101 | trans-cariofileno | 2,3395 |
| cis- β -ocimeno | 1,288 | α -humuleno | 1,1505 |
| trans- β -ocimeno | 0,9885 | germacreno D | 2,1345 |
| γ -terpineno | 8,37 | α -curcumeno | 1,8385 |
| trans hidrato de sabineno | 2,896 | β -bisaboleno | 0,47 |

| | | | |
|---------------------------|--------|----------------------|--------|
| terpinoleno | 0,924 | δ -cadineno | 0,1295 |
| β -tujona | 6,9795 | germacreno-D-4-ol | 0,2125 |
| cis-p-ment-2-en-1-ol | 8,5345 | Espatulenol | 0,2395 |
| trans-p-ment-2-en-1-ol | 0,289 | Oxido de cariofileno | 0,469 |
| cis- β -terpineol | 1,0685 | β -bourboneno | 0,182 |
| trans-oxido de limoneno | 1,1115 | D-limoneno | 1,0475 |
| trans- β -terpineol | 0,1815 | tujan-3-ol | 0,323 |
| 1-nonanol | 0,4975 | α -terpineol | 1,675 |

Tabla 14: Composición del aceite esencial, obtenido a partir del sitio con limitación media.

| Compuestos | Promedio | Compuesto | Promedio |
|---------------------------|----------|----------------------|----------|
| α -tujeno | 0,505 | α -terpineol | 0,918 |
| α -pineno | 0,364 | Bervenona | 0,235 |
| α -fencheno | 0,323 | trans-carveol | 0,161 |
| 1-octen-3-ol | 3,667 | timol metil éter | 1,1195 |
| Sabineno | 1,724 | Carvona | 0,864 |
| β -mirceno | 0,9985 | acetato de linalilo | 2,53 |
| α -felandreno | 0,268 | Timol | 24,218 |
| δ -3-careno | 4,091 | Carvacrol | 0,641 |
| α -terpineno | 2,685 | β -elemeno | 0,1 |
| o-cimeno | 9,961 | β -cubebeno | 4,34 |
| p-cimeno | 2,102 | trans-cariofileno | 2,6095 |
| cis- β -ocimeno | 2,934 | α -humuleno | 0,9775 |
| trans- β -ocimeno | 0,984 | germacreno D | 1,419 |
| γ -terpineno | 5,397 | Valenceno | 0,753 |
| trans hidrato de sabineno | 2,5915 | β -bisaboleno | 0,482 |
| terpinoleno | 1,179 | δ -cadineno | 0,202 |
| cis-p-ment-2-en-1-ol | 16,378 | germacreno-D-4-ol | 0,483 |
| cis- β -terpineol | 1,1795 | Espatulenol | 0,244 |
| trans-oxido de limoneno | 0,936 | 1,2-epoxido humuleno | 0,064 |
| trans- β -terpineol | 0,423 | Oxido de cariofileno | 6,311 |
| 1-nonanol | 1,547 | Sin Limitacion | 2,739 |
| terpinen-4-ol | 8,2135 | α -terpineol | 2,457 |
| p-cimen-8-ol | 1,621 | isotimol metil éter | 2,241 |

Tabla 15: Composición del aceite esencial, obtenido a partir del sitio con limitación alta.

| Compuestos | Promedio | Compuestos | Promedio |
|--------------------|----------|---------------------|----------|
| α -tujeno | 0,815 | 1-nonanol | 1,157 |
| α -pineno | 0,896 | terpinen-4-ol | 8,4045 |
| α -fencheno | 0,339 | p-cimen-8-ol | 2,644 |
| 1-octen-3-ol | 4,398 | α -terpineol | 2,695 |

| | | | |
|---------------------------|--------|----------------------|--------|
| Sabineno | 1,576 | trans-carveol | 0,127 |
| β -mirceno | 1,213 | timol metil éter | 1,713 |
| α -felandreno | 0,367 | Carvona | 0,744 |
| δ -3-careno | 5,45 | Piperitona | 0,97 |
| α -terpineno | 2,7005 | acetato de linalilo | 3,234 |
| o-cimeno | 11,037 | Timol | 25,589 |
| p-cimeno | 2,497 | β -cubebeno | 3,819 |
| cis- β -ocimeno | 3,387 | trans-cariofileno | 2,3545 |
| trans- β -ocimeno | 0,9315 | α -humuleno | 1,778 |
| γ -terpineno | 6,3825 | germacreno D | 1,263 |
| trans hidrato de sabineno | 2,2525 | Valenceno | 0,637 |
| terpinoleno | 1,465 | β -bisaboleno | 0,5105 |
| β -tujona | 9,31 | germacreno-D-4-ol | 0,371 |
| cis-p-ment-2-en-1-ol | 20,784 | Espatulenol | 0,217 |
| cis- β -terpineol | 1,0485 | Oxido de cariofileno | 5,449 |
| trans-oxido de limoneno | 0,948 | α -terpineol | 2,695 |
| trans- β -terpineol | 0,46 | isotimol metil éter | 1,987 |

La composición general y proporción de los compuestos del aceite varía entre las 3 situaciones de profundidad de suelo y esto puede deberse a diversos factores. En ese sentido, Bandoni *et al.* (2009) expresaron que 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 (Stashenko *et al.*, 2010; Bandoni *et al.*, 2009; Albado *et al.*, 2001), entre otros.

El orégano cv. Alpa Sumaj creciendo en un suelo con profundidad, los compuestos mayoritarios fueron timol (14,06%), carvacrol (11,56%), terpinen-4-ol (9,1%), cis-p-men-2-en-1-ol (8,5), β -tujona (7%) (Tabla 13). En el caso del sitio con limitación media el componente más abundante fue timol (24,2%), también se encontró cis-p-ment-2-en-1-ol (16,4%), terpinen-4-ol (8,2%) y una muy baja proporción carvacrol (0,6%) (Tabla 14). Por último, el material obtenido del ensayo con alta limitación en la profundidad del suelo tuvo como componente principal el timol (25,6%), acompañado por cis-p-mento-2-en-1-ol (20,8%) y en menor proporción o-cimeno (11,04%) y terpinen-4-ol (8,4%) (Tabla 15).

Los quimiotipos frecuentes en esta especie son Carvacrol y quimiotipo Timol. La importancia de esta planta se refleja en el alto valor agregado que adquiere su aceite esencial por sus

componentes químicos. En este estudio el timol es el componente principal en todas las situaciones en cuanto a profundidad del suelo en donde se cultivó orégano cv. Alpa Sumaj, por lo que podríamos decir que el material en estudio se encuentra principalmente dentro de este quimiotipo, dándole un alto valor a su aceite debido a que este compuesto 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, tosferina, 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 combatir la halitosis, para el tratamiento de la alopecia areata 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 Arcila-Lozano *et al.*, 2004).

En ensayos realizados en la EEA La Consulta-INTA, donde se evaluó para diferentes cultivares el rendimiento y la obtención de aceite en el primer y segundo corte, ambos en estado fenológico R5, el cultivar *Alpa sumaj* presentó menor rendimiento y por ende menor contenido de aceite en comparación con *O. vulgare hirtum* (Cordobes) (Fernandez *et al.*, 2018).

Análisis económico

Tabla 16: Calculo del costo por hectárea del riego.

| Material/equipo | Cantidad | P. unitario | Total | Vida útil (años) | Cuota anual amortización |
|---|----------|-------------|------------|------------------|--------------------------|
| Bomba 3HP | 1 | \$24.000 | \$24.000 | 10 | \$2.400 |
| Filtro de grava | 1 | \$32.000 | \$32.000 | 10 | \$3.200 |
| Manguera de cabecera (2") | 100 | \$200 | \$20.000 | 10 | \$2.000 |
| Iniciadores para riego por goteo | 150 | \$20 | \$3000 | 10 | \$300 |
| Cinta de goteo | 15.000 | \$7 | \$ 105.000 | 5 | \$21.000 |
| Total costos riego ha⁻¹ | | | | | \$ 28.900 |

Tabla 17: Costos de preparación del terreno.

| Labores | Pasadas | Costo unitario por pasada | Total |
|--|---------|---------------------------|---------|
| Rastra de discos | 2 | \$1.500 | \$3.000 |
| Cultivador | 1 | \$1.000 | \$1.000 |
| Incorporación de enmienda al voleo | 1 | \$1.300 | \$1.300 |
| Conformación de camellones | 1 | \$1.000 | \$1.000 |
| Total preparación terreno ha⁻¹ | | | \$6.300 |

Tabla 18: Costos de plantación por hectárea.

| Material | Cantidad | Precio unitario | Total | Vida Útil (años) | Cuota anual amortización |
|---------------------------|----------|-----------------|-----------|------------------|--------------------------|
| Te de Lombricompuesto | 110 | \$250 | \$27.500 | 1 | \$27.500 |
| Plantines | 42.500 | \$6 | \$25.5000 | 5 | \$51.000 |
| Jornales montaje de riego | 5 | \$1.200 | \$6.000 | 10 | \$600 |
| Jornales de | 15 | \$1.200 | \$18.000 | 10 | \$1.800 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|------------------|
| plantación | | | | | |
| Total costos plantación ha⁻¹ | | | | | \$ 80.900 |

Tabla 19: Costos de mantenimiento por hectárea.

| Actividad | Cantidad | Precio unitario | Total |
|---|-----------------|------------------------|-----------------|
| Jornales desmalezado | 20 | \$1.200 | \$24.000 |
| Jornales fertilización | 4 | \$1.200 | \$4.800 |
| Total costos mantenimiento ha⁻¹ | | | \$28.800 |

Tabla 20: Costos de cosecha por hectárea.

| Actividad | Cantidad | Precio unitario | Total |
|--|-----------------|------------------------|-----------------|
| Jornales cosecha | 10 | \$1.200 | \$12.000 |
| Jornales traslado | 4 | \$1.200 | \$4.800 |
| Total costos de cosecha ha⁻¹ | | | \$16.800 |

Tabla 21: Costos de procesamiento pos cosecha.

| Equipo | Cantidad | Precio unitario | Total | Vida útil (años) | Cuota anual amortización |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------------|
| Invernadero para secado | 438 | \$1.200 | \$525.600 | 5 | \$105.120 |
| Despalilladora | 1 | \$170.000 | \$170.000 | 20 | \$8.500 |
| Total costos poscosecha | | | | | \$113.620 |

Tabla 22: Total costos directos producción de orégano por hectárea.

| Ítem | Costo |
|--|------------------|
| Total costos riego ha⁻¹ | \$ 28.900 |
| Total preparación terreno ha⁻¹ | \$6.300 |
| Total costos plantación ha⁻¹ | \$80.900 |
| Total costos mantenimiento ha⁻¹ | \$28.800 |
| Total costos de cosecha ha⁻¹ | \$16.800 |
| Total costos pos cosecha | \$113620 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS PRODUCCION DE OREGANO.HA⁻¹ | \$275320 |

Tabla 23: Resultados económicos de la producción de orégano.

| Margen Bruto | Rend. bajo (1.500 kg) | Rend. Medio (2.000 kg) | Rend. Alto (3.000 kg) | Precio kilogramo granel | Rend. Sitio (S/L) (664 kg) | Precio kilogramo fraccionado |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Ingresos totales | \$300.000 | \$400.000 | \$600.000 | \$200 | \$664.000 | \$1000 |
| Costo directo | \$275.320 | \$275.320 | \$275.320 | | \$275.320 | |
| Resultado | \$24.680 | \$124.680 | \$324.680 | | \$388.680 | |

Si hacemos una interpretación del análisis económico, vemos que se trata de una actividad rentable, y que el resultado empieza a verse con un rendimiento medio, sin embargo frente a la obtención de rendimientos bajos como el que arrojó el estudio, se puede obtener una buena rentabilidad si el productor toma la decisión de fraccionar y generar valor agregado, y de esta manera el cultivo puede ser tomado como una opción factible para la comercialización alternativa de pequeños productores familiares. Hay que considerar que los costos más elevados están dados por la compra de plantines y el armado de un invernadero para el secado. En el primer caso, se trata de una inversión inicial alta, pero para los años siguientes se puede incurrir en las técnicas de propagación a partir del material que ya tenemos, mediante división de matas por ejemplo, los que nos hará obtener resultados más interesantes. En el caso del invernadero, es posible llevar a cabo la construcción de uno de menor superficie, siempre y cuando se coordinen bien los tiempos del cultivos y nos permita ir realizando el secado en tandas. De esta forma también bajaríamos los costos iniciales, logrando nuevamente resultados más positivos.

Conclusiones

-El Orégano cv. Alpa Sumaj se desarrolló y adaptó a las condiciones edafoclimáticas de la localidad de Cabildo, obteniendo una relación Hoja: Tallo superior en situaciones donde la profundidad efectiva del suelo fue menor a 15 cm.

-La utilización de las aguas residuales sirvió para complementar las lluvias y cubrió los requerimientos del cultivo.

-El análisis económico demostró que es un cultivo rentable y si los rendimientos están por debajo de la media, una muy buena alternativa es la de procesar y fraccionar la materia seca, a fin de poder agregar valor y mejorar notablemente el precio de venta, siendo este punto de gran importancia para pequeños productores familiares dispuestos a tomar dicho desafío en busca de una buena alternativa de comercialización.

-Sin embargo, es sumamente importante continuar con el estudio de los diversos mercados que pueda tener este cultivo y sus resultados económicos.

Bibliografía

- Aguilar-Murillo, X., Valle-Meza, G., González-Rosales, G., Murillo-Amador, B. 2013. Guía de cultivo de orégano. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 106 p
- Allen R.G., Pereyra L.S., Raes D., Smith M. 2006. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, artículo n°56, 298 pp.
- Andrades, M.; Martinez, M. E.; (2014). Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3ra edición. Universidad de La Rioja, Argentina.
- Arcila, C., Loarca, G., Lecona, S., Gonzales, E. 2004. El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 54(1): 100-111
- Argüello JA.; Núñez, S.B.; Davidenco, V.; Suárez, D.A.; L Seisdodos, L.; MC, Baigorria, M.C.; La Porta, N.; Ruiz, G. y Yossen, V. (2012b) Sistema de producción y cadena de valor del cultivo de Orégano (*Origanum* sp.) en la Provincia de Córdoba (Argentina). *Phyton* 81: 23-34.
- Arizio, O, A. Curioni, G. Sánchez Vallduvi y M. García (2006). El cultivo de Orégano (*Origanum* sp.). En: Curioni A. y O. Arizio (Eds.). *Plantas Aromáticas y Medicinales. Labiadas*. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina, pp. 57-92.
- Bandoni, A. y otros tres autores, ¿Son realmente útiles los aceites esenciales?, *BLACPMA*, 8(5), 317-22 (2009).
- Bauza, P.; Baglio, C.; Torres, L.; Ojeda, M. (2013). *ALPA SUMAJ FCA-INTA*. EEA La Consulta, Mendoza.
- 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.
- Cameroni, G. (2013). Ficha técnica de Orégano “*Oreganum vulgare*”. *Revista de alimentos argentinos una elección natural*. Marzo,(1-6) 9pp.
- Cameroni, Maria Gimena; 2012. *Historia de las hierbas aromáticas, especias y aceites esenciales*. Pag. 2-4.

- Davidenco, Viviana. 2015. ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS QUE DETERMINAN LA PRODUCTIVIDAD DE ECOTIPOS DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* ssp.) DE ARQUITECTURA CONTRASTANTE. Tesis doctoral, 25-28.
- Di Fabio A. (2005) "El cultivo y su efecto sobre la calidad del oregano"
- Duran L., Henriquez C. 2006. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, FÍSICA Y MICROBIOLÓGICA DE VERMICOMPOSTES PRODUCIDOS A PARTIR DE CINCO SUSTRATOS ORGÁNICOS.
- FAO, 2014. Reúso seguro de aguas residuales en Argentina. Estudio del potencial del uso alternativo de fuentes de agua: Aguas residuales. Argentina, FAO.
- FAO. 2002. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Agua y Cultivos: Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Roma. 26 pp.
- FAO. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación para el requerimiento de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y drenaje N° 56. Roma, FAO.
- FAO. 2013. Reutilización de agua en la agricultura, ¿Beneficios para todos? Informe sobre temas hídricos N° 35. Roma, FAO.
- FEN (2019). Fundación Española de Nutrición. Sitio web (www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/oregano.pdf).
- Fernandez S., Pontin M., Panonto S., Poggi L., Bauza P. 2018. Caracterización en rendimiento y contenido de aceites esenciales de cuatro nuevos materiales monoclonales de orégano (Temporada 2015-2016). Horticultura Argentina 37 (94): Sep. – Dic. 2018. ISSN de la edición on line 1851-9342.
- Israelsen, O.W., Hansen, V.E. 1965. Principios y Aplicaciones de Riego. 396p. edición 2.
- MARTÍNEZ C. 1996. Potencial de la lombricultura: elementos básicos para su desarrollo. A. Carballo; S. Bravo (eds). Texcoco, MX. 140 p.
- Moreno Rojo, C. 2003. "Apunte de cátedra: Procesos agroindustriales, VIII Ciclo de estudios de la especialidad de ing. Agroindustrial". Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.
- Paunero, I. 2017. Situación actual del cultivo de plantas aromáticas y medicinales en Argentina. Gacetilla digital (www.inta.gov.ar/sanpedro). EEA INTA San Pedro. Provincia de Buenos Aires. Argentina.

- Pizarro, F. (1990). RIEGO LOCALIZADO DE ALTA FRECUENCIA. 2º Edi. Mundi Prensa. Madrid, España.
- Seisdedos, L., S.B. Núñez y J.A. Argüello (2010). Propagación agámica de orégano (*Origanum vulgare* L. cv. Criollo) con estacas de distinto grado de lignificación. Análisis de Semillas, tomo 4 (4) N° 16: 50-51
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). (2020). Situación de la Producción Orgánica en la Argentina durante el año 2019, 6pp.
- Stashenko, E. y otros (2010). *Lippia origanoides* chemotype differentiation based on essential oil GC-MS and principal component analysis, J. Sep. Sci., 33(1), 93–103.
- Suárez, D.A. (2003). Primeras Jornadas de Plantas Aromáticas y Medicinales. Traslasierras Villa de las Rosas. Boletín N° 6. Edición especial. Octubre. Ed. Instituto de Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Universidad Nacional de Córdoba (UNC). (2013). Apunte de Cátedra Sistemas de producción de cultivos intensivos. Ediciones Académicas UNC. Córdoba. Argentina.
- Willer, H.; Yussefi-Menzler, M. y Sorensen, N. (2012). The World of Organic Agriculture – Statistic and emerging trends 2010. Earthscan, London (<http://www.organic-world.net>).