

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
TRABAJO DE INTENSIFICACION FINAL DE INGENIERIA
AGRONOMICA

**PRODUCCIÓN DE ORÉGANO CV. EMMA INTA BAJO
TRES TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN EN EL
SUDOESTE BONAERENSE**

ALUMNA

Criado, Florencia Muriel

DOCENTE TUTOR

Mg. Ing. Agr. Belladonna, Damián

DOCENTES CONSEJEROS:

Dr. Ing. Agr. Rodríguez Roberto A.

Mg. Ing. Agr. Muscolino, Camila



Departamento de Agronomía

2023

AGRADECIMIENTOS

Mi paso por la universidad no podría haber sido posible sin mis padres, quienes me bancaron, no solo desde lo económico, hasta el último día. Un saludo especial para mi compañera, mi hermana, quien me escuchó y me tranquilizó cuando lo necesitaba.

No podría haberlo hecho sin las encomiendas, las palabras de aliento de mi familia grande, mis tías, mi tío y primas y primo. Siempre tiraron para adelante, para que no aflojara, para seguir haciéndolo siempre mejor.

A mi gata, mi compañía de tantas noches, solo ella y yo sabemos cuanto nos costó llegar hasta acá. Gracias por ese silencio.

A mis amigos, los que están, los que pasaron. Todos cumplieron un rol importante para que hoy esté esperando el título. Mención especial para Vale, Lili y la Rusa, que fueron pilares esenciales en los últimos meses.

A mis dos grandes amores, el futbol y el gimnasio. A toda la falsa banda por cada sonrisa, juntada, partidito y tardes en la Carrin. A la gente de Next por ser mi segunda casa, nunca faltó mate ni buena onda en esas horas de distención.

A las personas que me introdujeron a la docencia: docentes de las cátedras de Morfología Vegetal y Fisiología Vegetal. Fueron un espacio de crecimiento personal y profesional. No todos pueden proyectarse a temprana edad, yo tuve el lujo de vivirlo. Gracias.

Al Departamento de Agronomía, sus docentes, a todo el personal. Cuando ingresas te dicen que el DA es una familia, y es cierto. Esos pasillos y escaleras guardan la confianza de quien tiene todo que perder, pero está buscando un futuro. No imagino mi paso por la universidad bajo otras condiciones.

A la UNS, porque no nos faltó nada esencial. Al contrario, me encontré viajando gracias a las oportunidades que ofrece esta gran casa de estudios. Viaje que no será posible olvidar. Que siga siempre siendo gratuita, laica y de calidad.

Al Espacio de Trabajo por la Soberanía Alimentaria. Fueron y serán un lugar de encuentro y de formación importantísimos en mi vida. Porque una agricultura sin agrobusiness es posible.

Al Centro de Estudiantes de Agronomía, Nueva Universidad, voluntariados de extensión de la UNS, el Meren. No puede transitarse la vida universitaria siendo ajeno a la realidad, uno debe involucrarse y actuar, en defensa de los valores y de los derechos de la comunidad.

Mención especial para quienes hicieron esta tesis posible: Damian, Tatiana, Maela, Martin y los chicos del buffet de agro.

No menos importante, a mi psicóloga, que me dio las herramientas para no morir en el intento.

Y por último, pero jamás menos importante, a mis abuelos. Norma, Roque, este es el sueño que queríamos cumplir. Gracias.

RESUMEN

Las plantas aromáticas y medicinales han sido fundamentales en la historia de la humanidad debido a sus múltiples usos: medicinales, cosméticas, alimenticios, industriales, etc. En el país, se destaca la producción de orégano, siendo la de mayor superficie y rendimientos. Este cultivo es utilizado principalmente para la comercialización de la hierba deshidratada, uso condimentico, y para extracción del aceite esencial. La forma de producción varía ampliamente entre regiones dentro del país. Ante un aumento del mercado interno y externo de productos orgánicos, se plantea la necesidad de evaluar cómo se comporta el cultivo de orégano ante la fertilización orgánica, en comparación con la fertilización química o convencional. El sudoeste bonaerense presenta potencial para la producción de aromáticas, siendo una alternativa para diversificar las actividades de los productores. En este trabajo se evaluó la adaptabilidad del cultivar EMMA INTA ante las condiciones edafoclimáticas de la región, frente al uso de fertilizante orgánico, químico y sin fertilización. Se determinó la demanda hídrica del cultivo, susceptibilidad a plagas y enfermedades, fenología y dinámica del crecimiento durante el primer año, parámetros de rendimiento y calidad del aceite esencial. Se concluyó que EMMA INTA presentó buen potencial productivo para la zona, pudiéndose utilizar la fertilización orgánica como estrategia para incrementar el valor agregado de la producción.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
Producción orgánica.....	5
Plantas aromáticas.....	7
Mercado mundial y nacional	7
Aromáticas en el sudoeste bonaerense	10
El cultivo de orégano	11
Caracterización de los ecotipos	12
Situación del orégano en el país.....	14
Usos del orégano europeo	14
Aceite esencial	15
Deshidratado de las plantas aromáticas.....	17
Extracción del aceite	18
OBJETIVOS	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos	19
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Localización.....	20
Clima.....	20
Antecedentes del lote	21
Labores previas al trasplante	21
Cultivo e instalación de las parcelas experimentales	22
Sistema de riego	24
Determinación del requerimiento hídrico para el cultivo.....	25
Diseño experimental.....	26
Cosecha y acondicionamiento del material	27
Destilación del aceite esencial.....	29
Análisis de la composición química de los aceites.....	30
RESULTADO Y DISCUSIÓN	31

Clima de la región	31
Análisis del suelo	32
Estimación de la necesidad hídrica del cultivo	33
Establecimiento del cultivo	35
Crecimiento y desarrollo	35
Seguimiento del estado fenológico.....	35
Crecimiento del cultivo	39
Plagas y enfermedades	41
Cosecha y rendimiento en biomasa del cultivo	41
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXO.....	58

INTRODUCCIÓN

Los sistemas alimentarios sólidos, sostenibles e inclusivos son fundamentales para alcanzar los objetivos de desarrollo a nivel mundial. El desarrollo agrícola constituye uno de los medios más importantes para poner fin a la pobreza extrema, impulsar la prosperidad compartida y alimentar a una población que se espera llegue a 9700 millones de habitantes en 2050 (TWB, 2023).

Actualmente, son conocidos cuatro modelos de producción agrícola alrededor del mundo. El modelo de agricultura cultivable convencional (tradicionalista), el modelo convencional empresarial, el modelo de biotecnología y el modelo de producción orgánica son sistemas de producción agrícola que albergan también el bienestar social, económico, político, cultural y ecológico de cada país o región. (Gonzales Martínez, 2005). El autor del trabajo plantea que “el modelo de agricultura cultivable convencional (tradicional) es percibido como el más antiguo y obsoleto en las actividades agrícolas; y en la optimización de los recursos naturales, haciendo de este un modelo inviable para el desarrollo del sector. El modelo de agricultura convencional del mercado, emanado de la revolución verde, presenta grandes mejoras técnicas productivas, así como la generación de un gran número de excedentes para satisfacer las demandas internas y externas del mercado. Sin embargo, el uso excesivo de agroquímicos lo hace incompatible con el medio ambiente”. Gonzales Martínez concluye que los modelos de biotecnología y producción orgánica buscan lograr un desarrollo sostenible en cada región o país. El desarrollo rural sostenible es percibido en el caso del modelo de producción orgánica por el autor, quién objeta que el modelo de biotecnología contemple tal desarrollo en sus objetivos primarios.

La agricultura orgánica es considerada actualmente como una alternativa viable para el desarrollo del campo. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas específicas y precisas cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico (FAO, 2001).

Producción orgánica

La agricultura orgánica se identifica, generalmente, como una técnica que evita el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos; sin embargo, sus objetivos van más allá, puesto que con ella se pretende una gestión holística del sistema de producción agropecuario (IICA, 2001). Se trata de un sistema de producción sostenible que promueve el cuidado ambiental, mediante el fortalecimiento de la biodiversidad y la actividad biótica del suelo. Son además alimentos trazables, producto de un sistema de normas y fiscalización reconocido internacionalmente. La producción orgánica “combina tradición, innovación y ciencia para beneficio del ambiente compartido, promueve relaciones justas y una buena calidad de vida para todos aquellos que intervienen” (IFOAM, 2008; MAPO, 2023).

El Codex Alimentarius define agricultura orgánica como un sistema holístico de producción que promueve y mejora la salud del agroecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, prefiriendo el uso de prácticas de manejo dentro de la finca al uso de insumos externos a la misma, tomando en cuenta que condiciones regionales requieren de sistemas adaptados a las condiciones locales. Esto se logra utilizando en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (FAO, 1999; Belladonna, 2022).

La producción orgánica se basa en cuatro principios, establecidos por IFOAM: el principio de salud, el principio de ecología, el principio de equidad y el principio de precaución. Cada principio está formulado en una declaración seguida de una explicación. Los Principios deben ser utilizados

como un todo integral. Están elaborados como Principios éticos que inspiren a la acción. Con las diversas crisis en todo el mundo, desde la degradación del suelo hasta el cambio climático, estos principios no solo proporcionan un camino hacia la producción sostenible de alimentos, sino que también ofrecen el potencial para abordar y aliviar las crisis alimentarias mundiales que enfrentamos hoy (IFOAM, 2023).

Por lo tanto, la agricultura sostenible hace hincapié en un sistema de producción que puede sostener las necesidades alimentarias de todos sin agotar los recursos preciados. La agricultura sostenible suele considerarse un sistema clave para alcanzar el objetivo del desarrollo sostenible (Saffeullah *et al*, 2017; Fernández *et al*, 2022).

Una de las estrategias de la producción orgánica es la fertilización orgánica. El uso de enmiendas orgánicas se ha realizado como complemento al aporte de fuentes inorgánicas, como mejorador de las propiedades del suelo, o en agricultura extensiva y orgánica (Carrasco *et al.*, 2012).

Se define como abono orgánico “al producto cuya función principal es la de aportar a las plantas nutrientes que proceden de materiales carbonados de origen animal o vegetal” y como enmienda orgánica “al producto procedente de materiales carbonados de origen vegetal o animal, utilizado fundamentalmente para mantener o aumentar el contenido en materia orgánica del suelo, mejorar sus propiedades físicas y mejorar, también, su actividad química o biológica” (Jimenez y Criado, 2009).

La producción orgánica en el país está definida por la Ley 25.127/99 como: “todo sistema de producción agropecuario, su correspondiente agroindustria, como así también a los sistemas de recolección, captura y caza, sustentables en el tiempo y que mediante el manejo racional de los recursos naturales y evitando el uso de los productos de síntesis química y otros de efecto tóxico real o potencial para la salud humana, brinde productos sanos, mantenga o incremente la fertilidad de los suelos y la diversidad biológica, conserve los recursos hídricos y presente o intensifique los ciclos biológicos del suelo para suministrar los nutrientes destinados a la vida vegetal y animal, proporcionando a los sistemas naturales, cultivos vegetales y al ganado condiciones tales que les permitan expresar las características básicas de su comportamiento innato, cubriendo las necesidades fisiológicas y ecológicas” (Landa, 2020).

Según los datos publicados por Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), durante el año 2022 Estados Unidos volvió a ser el principal destino de los productos orgánicos argentinos. Dentro de los productos de origen vegetal, los productos industrializados y las frutas orgánicas continuaron siendo los principales volúmenes exportados. Se cosecharon un total de 109.987 ha, 14% más que en 2021, siendo la superficie destinada a legumbres y frutas las de mayor crecimiento. Se mantuvo la superficie destinada a la actividad ganadera orgánica en 3,6 millones de hectáreas, desacelerándose la tendencia positiva de los últimos cinco años. Se mantiene la importancia relativa de los productos orgánicos que conforman el mayor volumen de exportaciones, tales como cereales (arroz y trigo), frutas (pera, manzana y arándano), hortalizas (ajo) y productos industrializados (azúcar, vino y puré de pera).

La agricultura orgánica es muy apropiada para la producción de materias primas destinadas a la industria farmacéutica, la cosmética terapéutica y la aromaterapia, que actúan directamente sobre la salud del consumidor. Existen aceites esenciales, especialmente orientados a aromaterapias y usos medicinales, que se expenden con Certificación de Producto Orgánico (Morend, 2003).

El cultivo de plantas medicinales y aromáticas puede organizarse como policultivos que combinan en forma espacial y temporal más de una especie. También permiten su asociación a cultivos intensivos y extensivos, incrementado la biodiversidad y la sinergia dentro del agroecosistema. El manual “Las aromáticas en la huerta orgánica y su rol en el manejo de los insectos”, de PRO Huerta-INTA, enumera los principales beneficios de incorporar plantas aromáticas y medicinales a los planteos productivos:

- En las asociaciones de los vegetales, las plantas aromáticas tienen la función de producir olores dentro del sistema, creando un clima químico variado.
- El uso de las plantas aromáticas en un sistema orgánico permite obtener el material para realizar preparados naturales como insecticidas o repelentes para el control de plagas y enfermedades.
- Incrementan la biodiversidad del sistema.
- Puede obtenerse un ingreso extra por la venta de las hierbas y sus derivados.
- Contribuyen a generar paisajes más atractivos.

Por las razones enumeradas anteriormente, las plantas aromáticas y medicinales presentan potencial para realizarse bajo producciones orgánicas.

Plantas aromáticas

Las *plantas medicinales* son definidas por Frete (2010) como “aquellos vegetales que elaboran metabolitos secundarios, llamados “principios activos”, sustancias que ejercen una acción farmacológica, beneficiosa o perjudicial, sobre el organismo vivo”.

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

Plantas aromáticas. Son aquellas plantas medicinales cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente por esencias. Representan alrededor de un 0,7% del total de las plantas medicinales.

Plantas condimentarias o especias. Existe un cierto número de plantas aromáticas, por tanto medicinales, que el hombre utiliza por sus características organolépticas, que comunican a los alimentos y bebidas ciertos aromas, colores y sabores, que los hacen más apetitosos, gratos y sabrosos al olfato, vista y paladar (Frete, 2010).

Las plantas aromáticas fueron utilizadas por las comunidades desde tiempos antiguos. El hombre las usó inicialmente, a imitación de los animales, guiado por su instinto, después empíricamente y más tarde de forma racional, conociendo sus propiedades terapéuticas de forma progresiva, con los avances tecnológicos en química analítica (Muñoz, 1998). La primera farmacopea territorial se publica en 1511 y en el siglo XIX nace la farmacología, permitiendo ampliar el estudio de la composición de las esencias y los principios activos. Recién promediando la edad media, los alquimistas y médicos de aquella época encuentran la forma de destilar las distintas plantas (Cameroni, 2012).

En la actualidad, las plantas aromáticas y medicinales tienen múltiples aplicaciones y se utilizan en sectores muy diferentes, desde la alimentación a las aplicaciones farmacéuticas (Montserrat *et al*, 2006). La versatilidad en las formas de comercialización de las plantas aromáticas y medicinales (PAM) permite que sean incluidas en el planeamiento de las explotaciones agrícolas. Las PAM se pueden comercializar en formato de planta fresca o congelada, planta seca, aceites esenciales, extractos o esencias. De forma más usual se encuentra el formato seco (proceso de secado) que sirve tanto para las plantas medicinales destinadas a herboristería como para las condimentarias. El formato fresco (proceso de refrigeración) o congelado (proceso de congelación) se utiliza mayoritariamente para las plantas condimentarias (Montserrat *et al*, 2006).

Mercado mundial y nacional

Mercado mundial

El consumo de las PAM y sus productos ha aumentado mucho en los últimos años. Una parte de los consumidores se muestra motivados a consumir productos naturales para lograr un modelo de vida más sano. Por otra parte, el mejor conocimiento de las drogas vegetales y sus propiedades (para la investigación y los nuevos métodos analíticos) han permitido un mejor conocimiento de las PAM y sus posibles aplicaciones, hecho que ha propiciado nuevas formas de consumo (Montserrat *et al*, 2006).

El comercio internacional está dominado por unos pocos países, puesto que solo 12 dominan el 80% de las importaciones y exportaciones; estos se encuentran situados mayoritariamente en Asia y Europa. Japón y la República de Corea son los principales consumidores y China y la India son los productores. Los Estados Unidos y Alemania son los principales centros de comercialización (Montserrat *et al*, 2006).

A nivel mundial la producción de especias se aproxima a 740.000 toneladas, siendo los principales centros comerciales: Singapur, Hong Kong y los Países Bajos. Los principales productores y exportadores son, Madagascar, China, India, Indonesia y Singapur. Estados Unidos (20%), Japón (6%), Singapur (7%) y Francia (6%) por otro lado, son los principales importadores. Las proyecciones indican que este mercado, está en franca expansión, a una tasa de entre 4 y 6% anual. La tendencia es de una mayor expansión de la demanda de este tipo de productos debido a diversos factores: los cambios en los hábitos de consumo, la búsqueda de una vida más sana, etc. El consumo de aromáticas en los países periféricos es mayormente doméstico, a diferencia de los países desarrollados en los cuales su principal destino es la industrialización. (AACREA, 2006.)

El Programa Regional de Apoyo a la Red de Desarrollo de Plantas Medicinales en el MERCOSUR (Brasil, Uruguay, Paraguay, y Argentina) tiene como objetivo el incremento de ingresos de los pequeños productores mediante la diversificación de su producción con cultivos de hierbas y plantas medicinales y su inserción en cadenas de producción y fitoterápicos.

El valor de comercio de hierbas aromáticas y medicinales es muy escaso (Equipos, 2006). Como se observa en la figura 1, Brasil fue el país con mayores importaciones y exportaciones de PAM en el año 2022. Dicho gráfico fue elaborado con la información de Trade Map, basado en las siguiente subpartidas arancelarias pertenecientes al Sistema Armonizado (Nomenclador Común del MERCOSUR), las cuales fueron acordadas con la Cámara Argentina de Productos y Procesados de Especies Aromáticas, Medicinales y Afines: tomillo, hojas de laurel y las demás plantas, partes de plantas, semillas y frutos de las especies utilizadas principalmente en perfumería, medicina o para usos insecticidas, parasiticidas o similares, frescos o secos, incluso cortados, quebrantados o pulverizados.

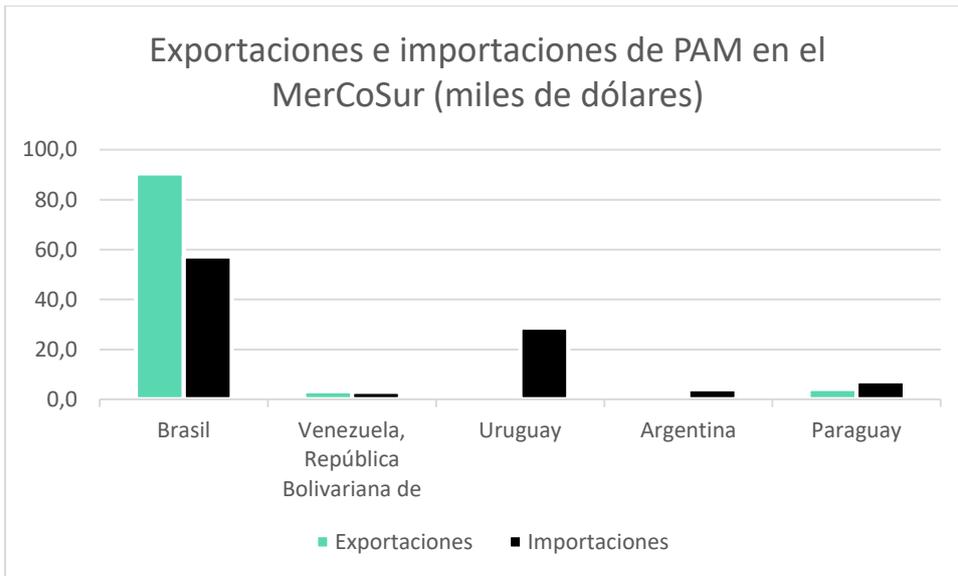


Figura 1. Importaciones y exportaciones de PAM de los países de la región para el año 2022. Fuente: Trade MAP.

En términos globales, los mercados de la región se caracterizan por una producción destinada primordialmente al abastecimiento de la demanda doméstica en donde la oferta importada tiene un papel subsidiario al aprovisionamiento de variedades que no tienen oferta nacional (Consultora Equipos, 2006).

Según ese informe, publicado por la Consultora Equipos, para FIDA/UNOPS, el comercio intra regional de aceites esenciales no cítricos es más significativo. Paraguay se abastece de países del Oriente y a la vez abastece a Brasil. Estados Unidos, Francia y la India abastecen a la Argentina.

Mercado nacional

Normalmente, en una explotación agrícola las formas comerciales de PAM que pueden obtenerse provienen de la planta fresca, planta seca o aceite esencial. Otras sustancias derivadas, como por ejemplo los extractos y las esencias, requieren unas instalaciones más complejas y conocimientos químicos básicos (Montserrat *et al*, 2006).

El cultivo de plantas aromáticas en Argentina constituye hoy un recurso importante: genera ingresos y empleo local, evitando el éxodo a centros urbanos. Durante el período de la pandemia, se puso en evidencia la importancia de la producción local y regional para el establecimiento de las poblaciones. Paunero (2020) comenta los beneficios de las producciones regionales, “que implican no solo beneficios genuinos y el arraigo para muchas comunidades, sino que, además, favorecerían el ingreso de divisas a través de la exportación. En Argentina se producen aromáticas y medicinales tanto nativas de América, como introducidas por las distintas corrientes migratorias que llegaron al continente”.

Se estima que la producción de PAM abarca 20.000 ha distribuidas en gran parte de las regiones del país. El NOA, con cultivos de comino, anís y pimienta para pimentón; la región pampeana, donde se cultivan las principales especies de exportación, la manzanilla y el coriandro, además del perejil para deshidratado, entre otras; la región de Cuyo y la zona serrana de la provincia de Córdoba con el cultivo del orégano, mentas, romero, entre otras; la región patagónica pedemontana con el cultivo del lúpulo como su principal representante. Finalmente, el NEA, con los cultivos de citronela y otros. La producción está dominada por pequeños productores.

La situación de las plantas aromáticas y medicinales (PAM) en Argentina tiene una relevancia mínima en comparación con otras producciones agroindustriales. Aún en las economías regionales, como en el caso del nordeste y el noroeste del país, no tiene la trascendencia que se

observa tiene en otras regiones del mundo. No obstante, y justamente en estas dos regiones geográficas del país, la producción y procesamiento de PAM podría transformarse en una alternativa válida para zonas de minifundios, o donde resulta imperioso detectar una diversificación de la producción agrícola primaria (Consultora Equipos, 2006).

Las principales producciones son: orégano (con un rinde promedio de 1400 kg corte⁻¹ ha⁻¹), menta, coriandro y manzanilla. El orégano ocupa el primer lugar según cantidad de ha cultivadas, con una participación del 11.2%, seguido por la menta (10.1%) (AACREA, 2006). Paunero enumera en su informe “Principales problemas del productor de aromáticas extensivas de la región pampeana”, publicado en 2016, las principales dificultades expresadas por los productores de PAM. Las mismas son diferenciadas en dos categorías, aquellas relacionados con cuestiones comerciales y las basadas en decisiones agronómicas. Dentro del primer grupo se destacan el comercio en general, variaciones de precios y falta de transparencia del mercado. Se suman también, con menor porcentaje, el acceso a créditos y el alto costo del flete. Los problemas agronómicos identificados por los productores fueron: la disponibilidad de maquinaria y momento de cosecha, la falta de información y el control de malezas, la limpieza del material y el control de plagas y enfermedades y la falta de genética adaptada a cada región y necesidad.

El cultivo de plantas aromáticas constituye una alternativa de producción para muchas regiones del país, generando fuentes de ingreso que son la base de la subsistencia de muchas comunidades (Paunero, 2020). Un camino para mejorar la competitividad es la diferenciación y el valor agregado de la producción. Puede citarse como ejemplo el aumento de la demanda de productos con el sello orgánico o con denominación de origen. Ambas estrategias requieren el trabajo colaborativo de los productores en la región, donde toma relevancia el acompañamiento de las distintas instituciones estatales y privadas involucradas en el sector.

Para la realización de producciones orgánicas rentables, es necesario estudiar y conocer las respuestas de las distintas PAM a las alternativas de manejo orgánico (fertilización orgánica, manejo integrado de plagas y enfermedades, manejo eficiente del riego, entre otras).

Aromáticas en el sudoeste bonaerense

El sudoeste (SO) bonaerense presenta un desarrollo incipiente de este tipo de producciones, aunque tiene buenas condiciones agroecológicas para estos cultivos. Actualmente la producción no llega a abastecer la demanda local ni regional, que podría generar circuitos cortos de comercialización o, mediante el asociativismo, abastecer mercados de alcance nacional, como podrían ser cadenas de supermercados o empresas procesadoras y de distribución nacional. Esta situación es consecuencia de la falta de tecnología en las maquinarias, del inadecuado manejo de las plantas y de la falta de conocimiento de nuevas variedades, entre otros. (Espósito *et al.*, 2020).

Una red de ensayos fue diseñada en la región en el marco de un proyecto de vinculación tecnológica dependiente de la Secretaría de Políticas Universitarias denominado “Universidades Agregando Valor” y el trabajo conjunto entre la Universidad Nacional del Sur, el INTA (EEAs Bordenave y Ascasubi) y Escuelas Agropecuarias. Las parcelas, determinadas mediante análisis de la bibliografía y experiencias previas de los cultivos, permitieron comparar diferentes PAM y entre variedades, y obtener aquellas que mejor se adaptaron a la región. Los ensayos se produjeron bajo manejo orgánico, y el destino final del material fue la obtención del aceite esencial.

Las especies utilizadas fueron orégano (*Origanum vulgare* spp. *vulgare*) cv. Don Bastías, orégano (*Origanum vulgare*) cv. Alpa Sumaj, orégano (*Origanum* sp.) ecotipo Sumalao, ajenjo (*Artemisia absinthium*), romero (*Rosmarinus officinalis*), melisa (*Melisa officinalis*) y lavandín (*Lavandula hybrida*).

Espósito *et al* (2020) concluyeron que “La transferencia de conocimientos, adopción de tecnología y estimulación para la asociación de productores, son los pilares fundamentales para comenzar a incrementar la superficie destinada a los cultivos de aromáticas en el SO bonaerense. De esta manera, se pretende alcanzar volúmenes de producción suficientes para acceder a nuevos mercados y con mejores precios, que en definitiva colaboren en la formación y/o consolidación de empresas familiares y así contribuyan a mejorar el bienestar socio-económico de la región”.

El cultivo de orégano

El orégano es una planta aromática utilizada por sus características organolépticas para conferir sabor, color y aroma a ciertos alimentos. En estado deshidratado es uno de los condimentos más utilizados en nuestro país (Pizarro *et al*, 2018). Perteneció a la familia de las Labiadas y comprende varias especies y sus ecotipos. *Origanum vulgare* (L.) presenta porte herbáceo, pudiendo alcanzar hasta 1 m, con rizoma rastrero. Las hojas son ovales, enteras, puntiagudas, pecioladas, vellosas en el envés (Figura 2). Las flores se reúnen en glomérulos densos dispuestos en panojas terminales con espiguillas de 5 a 30 mm, cuyas brácteas son más largas que el cáliz. El cáliz tubuloso presenta 7 dientes casi iguales; corola con tubo erguido, saliente, de 4 a 7 mm de color rojizo, a veces blancas. Los 4 estambres son mayores que el cáliz. El fruto es un tetraquenio, seco y globoso. El peso de 1.000 semillas es de alrededor de 0,1025gr.

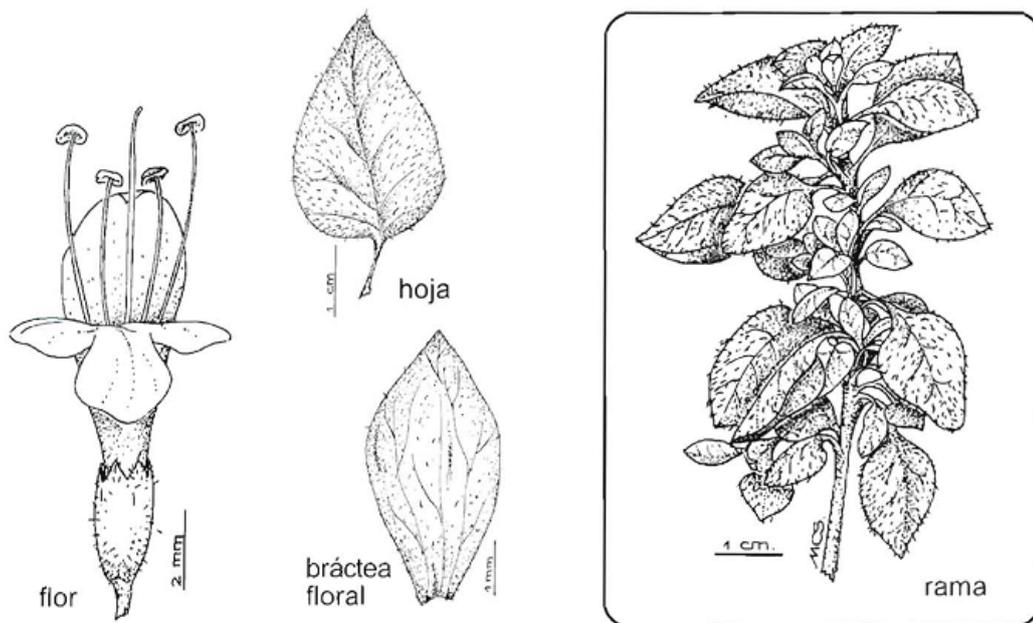


Figura 2. Dibujo de *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* L. Fuente: Roquand y Videla (2000).

Es originaria de la cuenca mediterránea, Oriente Medio y Arabia. Los mayores rendimientos del cultivo de orégano, y por lo tanto del aceite esencial de este, se obtienen en las zonas cálidas del sur, en zonas soleadas y no demasiada altitud, típica de la cuenca Mediterránea. Pero, en general, este cultivo tiene éxito en todos los tipos de terreno ricos en materia orgánica, sueltos, silíceos arcillosos, francos, húmiferos, calcáreos, arcilloso-arenoso e incluso en lugares áridos (Cano & Lombardo, 2009).

La especie posee una etapa vegetativa, reproductiva y de latencia, donde la planta no posee hojas y permanece en estado de reposo. Luego de este ciclo, se reinicia la etapa vegetativa con la que se recupera la etapa de crecimiento por tres o más años (Horvath *et al.*, 2003).

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 nemátodos). Esta técnica posee la ventaja que la planta entra rápido en producción (Arguello *et al.*, 2012).

Tanto la separación de matas como la multiplicación por estacas se realizan desde que disminuyen las altas temperaturas hasta antes de las heladas más intensas, desde abril hasta julio. Mayo es el mes más frecuente de plantación. La multiplicación por estacas, provenientes de plantas sanas, mejoran la sanidad y homogeneidad de los clones, siendo óptimas de multiplicar en condiciones de vivero (Arguello *et al.*, 2012).

La implantación del cultivo se realiza con densidades que van entre las 45.000 a 70.000 pl ha⁻¹, según el marco de plantación. Lo más frecuente es la plantación a 0,70 m entre surcos, y 0,20-0,25 m entre plantas (Belladonna, 2022).

Esta especie se adapta a diversas condiciones edáficas, siempre que exista un buen drenaje. La bibliografía menciona que también se desarrolla en suelos pedregosos. Tolera valores alcalinos de pH, no mayores a 8 y se desarrolla en condiciones con buena disponibilidad de nitrógeno y fósforo. Por lo tanto, es aconsejable la práctica de fertilización a lo largo su ciclo de producción. Diversos investigadores concluyeron que una dosis de N de 80 kg ha⁻¹ provocó respuestas significativas en el incremento de los rendimientos, siendo innecesarias dosis más elevadas (Arguello *et al.*, 2012; Cano, 2009; Belladonna, 2022).

El orégano europeo no presenta altos requerimientos hídricos. Sin embargo, durante la época de alta temperatura, la aplicación del riego es necesaria. El mismo debe ser moderado, evitando anegar las raíces. Azizi *et al.* (2009) concluyeron que una reducción en el contenido de humedad en el suelo generó aumentos en el porcentaje de aceites esenciales; este incremento fue significativo cuando la sequía se produjo luego de la floración. Laurlund (2021) obtuvo los requerimientos hídricos del cultivo para la zona “El periodo con mayor requerimiento hídrico correspondió al mes de diciembre, debido a la mayor demanda evapotranspirativa de la zona, necesitando de riegos complementarios para cubrir las necesidades hídricas y mantener la productividad de los cultivares y ecotipo de orégano”.

Caracterización de los ecotipos

En nuestro país, se mencionan como cultivados siete entidades taxonómicas del género *Origanum* entre especies, subespecies e híbridos (Xifreda, 1983; Rouquaud y Videla, 1998, 2000). Estas entidades son muy parecidas entre sí y bastante difíciles de identificar, ya que los caracteres más importantes que se tienen en cuenta son: ancho de la bráctea que acompaña a la flor, longitud y disposición de los pelos del carpostegio, y grado de hendidura del labio inferior del cáliz. El grupo de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (F.C.A.) de la Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) está realizando avances en este tema. Sin embargo, hasta tanto se llegue a una clasificación definitiva, las especies se identifican por su nombre vulgar (Arguello *et al.*, 2012).

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

En el artículo publicado en Phytom, Arguello et al (2012) detallan las diferencias encontradas en la ecofisiología de ecotipos de oréganos de arquitectura erecta (“Criollo”) en relación al rastrero (“Compacto”).

Las evaluaciones preliminares han mostrado que la intercepción de la radiación fue mayor en el ecotipo “Compacto” que en el “Criollo”, lo que se asoció al tipo de arquitectura de la planta: la extinción de la luz es mayor en los genotipos de porte rastrero que en los de porte erecto. No obstante, la producción final de biomasa fue mayor en estos últimos (Davidenco et al., 2010).

Ambos ecotipos también fueron evaluados en relación al fotoperiodo, comportándose como plantas de días largos (Arguello et al, 2012).

Existen cinco variedades registradas en el país: Alpa Sumaj, Aguanda, Don Bastías, Emma y Magno. Las características de cada una de ellas son mencionadas a continuación.

Orégano “Alpa Sumaj” *O. vulgare hirtum*, tipo cordobés

Es una 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. Sus flores son de color rosado y presenta coloración antocianica, violácea o amarronada en tallos, hojas y brácteas. Esta variedad muestra rendimientos potenciales de 15162 kg frescos y 9483 kg secos por hectárea, respectivamente. El contenido de agua es de 37,45% y la relación peso seco de hojas/peso seco en tallos es de 2,28. En cuanto a su rendimiento en aceite esencial, este clon mostró un rendimiento promedio de 1,33% (Torres, 2021; Laurlund, 2021).

Orégano Aguanda *O. x majoricum* Cambess, tipo mendocino

Origanum x majoricum es el resultado de la hibridación entre *Origanum majorana* x *O. vulgare ssp. virens*. Presenta tallos erectos, ascendentes mayores a 50 cm de longitud, marrón claro, hirsutos, con tricomas antrorsos de 0,3 mm de longitud. Las hojas se ubican de a más de 10 pares por tallo, sésiles o cortamente pecioladas (peciolos de 2 mm), ovadas, de 1,8 (1-2) cm de longitud por 0,8 (0,6-1) cm de ancho, hirsutas, y varios tricomas simples de 0,3 mm de longitud. La inflorescencia es también una cima corimbiforme con espicastros globosos, con el cáliz de la flor bilabiado. La corola es blanca, el androceo presenta estambres ligeramente exsertos (Rouquaud y Videla, 2000).

Se reproduce por división de mata. Es ampliamente cultivado en Mendoza por la mejor calidad del producto comercial seco.

Orégano “Don Bastías” *O. vulgare vulgare*, tipo compacto

El orégano “Don Bastías” es de tipo compacto, floración tardía, presenta buena tolerancia a condiciones ambientales adversas, como puede ser el estrés hídrico, y un rendimiento alto de biomasa fresca y seca. También tiene una alta relación de peso seco de hoja/peso seco de tallos, otra característica positiva es la ausencia de coloración de antocianinas (violáceas o amarronadas) en tallos, hojas y brácteas, esto quiere decir que en prácticas adecuadas de cosecha y pos cosecha esta variedad mantiene la coloración verde sin alteraciones, y la productividad supera los 3000 kg ha⁻¹, de producto limpio y terminado (Piccolo, 2012; Laurlund 2021; Belladonna 2020).

Orégano cv. EMMA INTA, *Origanum vulgare ssp. hirtum* L

Presenta color del tallo verde violáceo y hoja lanceolada, sin pubescencia. Destacada por su alto rendimiento, su color verde homogéneo, su intenso aroma y una floración precoz, que permite realizar un primer temprano, en noviembre y hasta dos sucesivos en flor.

Producto del trabajo de técnicos programa Cambio Rural, un grupo de productores del Valle de Traslasierra y el INTA Villa Dolores, Córdoba, en el año 2016. Se trata de una variedad que se caracteriza por presentar un porte erecto, aspecto favorable para una cosecha mecanizada, hojas lanceoladas de color verde medio, inflorescencias axilares y terminales, con una flor blanca y brácteas verdes que permiten obtener un producto de gran calidad visual por su color verde homogéneo.

Silvana Walter, co-creadora de la variedad y especialista del INTA Villa Dolores, Córdoba, indicó que los rendimientos obtenidos a partir de una parcela experimental arrojaron valores superiores a la media normal de la región de Córdoba, con 5 mil kilos por hectárea por año.

El contenido de aceite esencial es inferior al 1%, según mencionan los técnicos del INTA Villa Dolores. Sin embargo, esta variedad presenta un buen aroma, debido probablemente al su alto contenido en carvacrol.

Orégano Magno-INTA, *Origanum vulgare* L, “tipo chileno”

Se trata de una variedad monoclonal, proveniente de una población denominada “chileno” de Traslasierra, Córdoba. Es la última variedad inscrita hasta el año 2023.

Lorena Torres, parte de la Red Nacional de Ensayos de Orégano explicó que : “Magno INTA-FCA tiene características que importan especialmente al productor, ya que se destaca por su alto rendimiento, que supera a la variedad Alpa Sumaj FCA-INTA, que hasta ahora era la más rendidora.”

Dicha variedad, que puede utilizarse por 4 años, se prevee como una alternativa para pequeños productores, especialmente emprendimientos familiares.

Situación del orégano en el país

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

En nuestro país, la principal zona de producción de orégano es el departamento San Carlos, en la provincia de Mendoza. Otras zonas son: Córdoba, principalmente departamentos San Javier y San Alberto; San Juan en el departamento Calingasta y en menor medida la provincia de Salta en el Valle de Lerma y la provincia de Buenos Aires en los cordones hortícolas del Gran Buenos Aires. Actualmente se comenzó a cultivar en el norte de la Patagonia (Belladonna, 2022).

El orégano se cultiva en pequeñas explotaciones, aproximadamente el 75% tiene menos de cinco hectáreas, lo que nos indica que nos encontramos frente a un perfil de pequeños productores (Cameroni, 2013).

Usos del orégano europeo

El orégano presenta aplicaciones culinarias, medicinales, industriales y también en la cosmetología. A continuación, se detallan brevemente cada una de ellas:

- Culinarias: reviste particular importancia como condimento, se emplea para dar sabor a salsas, adobos y aromatizar comidas tradicionales.

- Medicinales: tiene propiedades antiespasmódicas, estimulantes, expectorantes, diuréticas, sudorífica, antitumoral, antisépticas y cicatrizantes. Es utilizado contra trastornos digestivos como espasmos gastrointestinales. Además, suele indicarse su uso ante problemas de asma, enfisemas, dolores reumáticos, úlceras y micosis cutáneas.
- Industriales: sin embargo, la actividad antioxidante, asociada al carvacrol y el timol de su esencia, resulta en su indicación cada vez más frecuente para prolongar la vida ciertos alimentos y estabilizar sus colores y pigmentos y reducir la rancidez (Cano & Lombardo, 2009; Santillan *et al*, 2011).
- Cosmetología: también se usa en perfumería, jabonería y cosmética.

La planta permite ser aprovechada en fresco, deshidratada en extracto fluido o extrayendo el aceite esencial.

Aceite esencial

Los principios activos son los que definen y sirven para clasificar a las plantas medicinales y el principal criterio para su selección y mejora, el control de rendimiento y calidad de productos del cultivo y procesado industrial, así como los que dotan a la planta de sus propiedades y usos terapéuticos (Muñoz, 1998).

Muñoz (1998) explica que una parte de los glucósidos formados mediante fotosíntesis, se transforman en compuestos secundarios, entre los cuales encontramos lípidos y sus aceites, los terpenos y componentes aromáticos, donde se forman las esencias y resinas, los heterósidos y los ácidos orgánicos.

Los heterósidos son compuestos formados por la asociación de un glúcido y de un cuerpo activo no azucarado, llamado genina (Muñoz, 1998). Pueden enumerarse diversos ejemplos utilizados en medicina, como la digitalina, precursora de la aspirina.

Los alcaloides son componentes nitrogenados clasificados según la composición de su núcleo, sintetizados en varios órganos de las plantas. Son muy estudiados por la medicina debido a su efecto en pequeñas dosis sobre cada función del organismo. Constituyen la base de los medicamentos modernos.

Los aceites esenciales también son desechos del metabolismo de la planta. Comprende las esencias y las resinas. Se presentan como emulsiones que tienden a formar gotitas amarillentas. A menudo la planta los vierte al exterior, por medio de los canales excretores. Las esencias vegetales, que son volátiles, se difunden a través de la epidermis de las hojas y de las flores; expanden a menudo un olor muy pronunciado y son compuestos que dan perfume a los vegetales (Muñoz, 1998).

Dentro del género *Origanum*, se pueden distinguir distintas especies que se diferencian en la composición del aceite esencial que contienen, el cual puede verse influenciado por factores como el clima, la estación, el suelo y el genotipo. La esencia del orégano está localizada en el interior de las flores y en las hojas y presenta coloración amarillo limón. Contiene diversos compuestos químicos, principalmente carvacrol y timol y en menor proporción se encuentran fenoles, pinemo y ciremo como también sesquiterpenos y alfa-thuyona, dipenteno, alfa-terpineno y otros (Cano, 2019; Cameroni 2013; Arcila Lozano, 2003).

En su trabajo de 2013, Quiroga identificó en el aceite esencial de orégano 37 componentes, de los cuales los principales fueron los monoterpenos: γ -terpineno (32,10%), α -terpineno (15,10%), p-cimeno (8,00%), timol (8,00%) y β -felandreno (7,10%). Trabajos previos indican que los

componentes mayoritarios de cuatros especies de orégano diferentes fueron los monoterpenos trans-sabineno hidrato, timol y γ -terpineno (Rodríguez Vaquero et al., 2010; Quiroga et al., 2011).

Otros trabajos indican como componentes mayoritarios del aceite esencial de orégano al timol, α -terpineol, linalil acetato y linalool (Pérez et al., 2007; De Martino et al., 2009) y linalool, timol y α -terpineol (Khosravi et al., 2011). Las especies de orégano que crecen en Argentina no tienen una concentración significativa de carvacrol (Dambolena et al., 2010; Asensio et al., 2011; Quiroga et al., 2011). Esto puede estar relacionado con causas genéticas asociadas con el material original introducido a la Argentina que fue renovado por los clones y los factores ambientales que afectan a la composición de los aceites esenciales, como las condiciones del clima, la temperatura, la humedad y las precipitaciones entre otros (Figueiredo et al., 2008; Dambolena et al., 2010; Asensio et al., 2011; Quiroga et al., 2011; Belladonna, 2022).

Asimismo, pudo detectarse el compuesto p-ment-2-en-1-ol, en oréganos de ecotipo mendocino. El análisis realizado en el marco de la investigación llevada adelante por la cátedra de Horticultura del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, detectó 33 compuestos en el aceite esencial. Se identificaron 8 compuestos (cis y trans-p-ment-2-en-1-ol, terpinen-4-ol, timol, gammaterpineno, alfa-terpineno, p-cimeno, carvacrol y sabineno) que sumaron entre un 70 y un 75 % del total del aceite, sin importar de qué tratamiento se trata ni de qué corte (Belladonna, 2022). El compuesto p-ment-2-en-1-ol, sumando sus dos isómeros geométricos (cis y trans), emergió como el principal detectado. El mismo está citado en trabajos sobre actividad antimicrobiana de *Origanum vulgare* (Teles et al. 2019) y de otras especies de la familia Labiadas como *Salvia potentillifolia* (Barkatullah et al. 2015) o de la familia Rutáceas como *Skimmia laureola* (Oztürk et al. 2009) o en trabajos investigando la actividad anti invertebrados de interés médico de los aceites esenciales de *Haplophyllum tuberculatum* (familia Rutáceas) (Benelli, et al. 2015).

Los compuestos o-cimeno, γ -terpinene, hidrato de trans-sabineno, y los monoterpenos oxigenados terpinen-4-ol y el timol son conocidos por tener actividad antioxidante (Asensio, 2013). El autor en dicho trabajo concluye que “Todos los aceites esenciales de orégano presentan actividad antimicrobiana, ya sea ésta bacteriostática o bactericida. La capacidad bacteriostática es de suma importancia en la industria alimenticia, ya que permite inhibir el desarrollo de microorganismos contaminantes de alimentos”.

Los monoterpenos oxigenados más activos son los dos fenoles timol y carvacrol. Por otro lado, se sabe que los monoterpenos hidrocarburos tienen menos o ninguna actividad antioxidante, pero con una notable excepción, tres componentes monocíclicos como terpinoleno, 1-terpineno y γ -terpineno, y en menor medida, un compuesto bicíclico, el sabineno. En particular, α y γ -terpineno tienen una actividad antioxidante comparable a la de α -tocoferol. En cuanto a los hidrocarburos sesquiterpenos, como el cariofileno, este tipo de actividad es muy baja. Además, los sesquiterpenos oxigenados, cuya actividad antioxidante es comparable a la de los monoterpenos oxigenados, como el óxido de cariofileno y el germacreno D, están presentes en las variedades compacto, cordobés y criollo con valores mayores al 1%, (Ruberto y Baratta, 2000).

Asimismo, en su trabajo Cibanal (2023), concluyó que el aceite esencial de orégano presentó propiedades antifúngicas in vitro sobre *Penicillium allii* y *Sclerotinia sclerotiorum*, debido al carácter lipofílico del aceite, a los compuestos detectados y la sinergia entre los mismos. La autora refiere a los terpenos timol, carvacrol, γ -terpineno y p-cimeno, como los responsables de la bioactividad del aceite esencial.

Los aceites esenciales con componentes tales como eugenol, timol o carvacrol han demostrado actividad antioxidante notable ya que estos compuestos tienen una base fenólica. Compuestos fenólicos con grupos sustituyentes donadores de electrones alquilo o metoxi en la posición orto aumentan la estabilidad del radical libre. La posición y el grado de hidroxilación de los compuestos fenólicos determina su actividad antioxidante (Dambolena et al., 2010; Asensio et al., 2011).

Los aceites esenciales de orégano presentaron la mejor actividad antifúngica, con diferencias entre las variedades, dependiendo de la composición química. Camiletti (2018) encontró que no existieron diferencias significativas entre ecotipos de orégano con respecto a la actividad antifúngica relativa contra todos los patógenos fúngicos. En este trabajo, se testearon diferentes aceites esenciales, donde predominaron (Z)- sabineno hidrato, timol, g-terpineno, 4-ol-terpineno y o-cymeno, y se encontraron efectivos para el control de *Aspergillus flavus* y *Penicillium spp.*

El efecto de los terpenos sobre el crecimiento de microorganismos ha sido evaluado a fin de identificar los componentes responsables de una determinada actividad biológica. Sin embargo, estos investigadores concluyeron que la efectividad de los componentes individualmente es menor a la de los AEs, indicando un posible efecto sinérgico entre todos los constituyentes (Abbaszadeh et al., 2014; Mishra et al., 2013; Bassolé y Juliani, 2012).

Es importante destacar que la composición química de los aceites esenciales varía entre variedades y locaciones geográficas. Dambolena et al (2010) concluyeron que “cada población se caracteriza por diferentes condiciones climáticas, temperatura, humedad y precipitaciones. Esta diferencia podría haber jugado un papel vital en la acumulación de compuestos fenólicos y, posteriormente, en el total de compuestos fenólicos en el material destilado”. Es por ello que resulta imprescindible la evaluación de la composición química del aceite esencial de la var. EMMA INTA en la región del Sudoeste Bonaerense.

Deshidratado de las plantas aromáticas

Para la obtención del aceite esencial de orégano, el mismo debe deshidratarse evitando el deterioro del material. El secado o deshidratado se refiere a un proceso en el cual un sólido húmedo es colocado en un ambiente con aire caliente circulando, causando la evaporación del agua (Curioni, 2015).

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

- Transferencia de humedad interna hacia la superficie del sólido y posterior evaporación. Regulado por la naturaleza del sólido, su propia temperatura y humedad.
- Transferencia de energía del ambiente en forma de calor para la evaporación de la humedad superficial. Regulado por la temperatura y humedad ambiente, pero también por la superficie de contacto, la presión y flujo de aire (Belladonna, 2022).

El deshidratado debe permitir mantener las propiedades y características del material vegetal fresco. La calidad del producto estará definida por el sabor, color, aroma, propiedades nutricionales y biológicas. A su vez, parámetros extrínsecos (temperatura y humedad del aire, fotoperiodo, contaminantes) e intrínsecos (momento de corte, fenología del cultivo) afectarán dichos parámetros.

En cuanto a la cosecha, el material debe cortarse con una humedad de 50-60%, y se debe dejar expuesto al sol por aproximadamente 6 a 8 horas. Luego, se debe trasladar a un ambiente cerrado (galpón, tinglado, invernáculo) para evitar el riesgo de posibles lluvias, e impedir que el rocío nocturno rehumedezca el material. Esto provocaría que la hoja pierda su color verde natural y se ennegrezca reduciendo su calidad y, en consecuencia, su valor comercial. Por lo tanto, el secado

del orégano es una fase clave para la obtención y conservación de la calidad del producto cosechado (Argüello *et al.*, 2012).

Si bien todo material vegetal cortado comienza un proceso multifocal de deterioro (consumo de reservas, modificaciones fisicoquímicas, alteraciones microbiológicas, pardeamientos, etc.), el mismo es detenido con el descenso del agua disponible. He aquí el rol trascendental que juega la rapidez en la que se logre secar el producto, en la calidad final del mismo. Como parámetro estimativo, debemos dejar en un 10% la proporción de agua disponible (Belladonna, 2022).

El secado también se puede realizar en forma artificial, lo que permite secar gran cantidad de material en corto tiempo, obteniendo un producto más uniforme. En estudios llevados a cabo en La Plata, se observó que la temperatura más adecuada para el secado fue de 40 °C, y que el contenido de aceites esenciales no disminuyó (SAGPyA, 2010; Argüello *et al.*, 2012).

El Código Alimentario Argentino (CAA) define en el artículo 821, que “Se entiende por Hortaliza desecada o deshidratada la que ha sido privada de la mayor proporción del agua de constitución. El nombre de hortaliza desecada se empleará para la obtenida por exposición al aire y al sol, y el de deshidratada, para la que se obtiene por medios artificiales”.

Estas plantas se pueden comercializar como material oreado, con 20-30% de humedad, material desecado con 10-20% de humedad y material seco con 6-10% de humedad. Pero hay que tener en cuenta para alcanzar estos porcentajes de humedad que hay principios activos termosensibles y termovolátiles que si se pierden desmejoran la calidad de la materia prima (Belladonna, 2022).

Extracción del aceite

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

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la producción del cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) var. EMMA INTA bajo tres tratamientos de fertilización: orgánico, convencional o químico y sin fertilización en el sudoeste bonaerense.

Objetivos específicos

- Estudiar la adaptación del cultivar a la región.
- Evaluar si existen diferencias en el crecimiento, el desarrollo y la producción entre tratamientos.
- Evaluar si existen diferencias en el contenido de aceite esencial entre distintos tratamientos.
- Estudiar la composición y contenido de aceites esencial del genotipo.
- Estimar el requerimiento hídrico de la variedad en la región.
- Realizar un seguimiento de enfermedades y plagas del cultivo.
- Realizar aportes a la generación de conocimiento local sobre este genotipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El trabajo fue realizado durante el periodo comprendido entre Octubre de 2022 y Mayo de 2023, en el campo experimental Napostá (convenio Departamento de Agronomía, UNS, Ministerio de Desarrollo Agrario, Buenos Aires), ubicado sobre la ruta nacional N. ° 33 ($38^{\circ}25'32.72''S$, $62^{\circ}17'7.02''O$) a 35 kilómetros de Bahía Blanca (*Figura 3*).

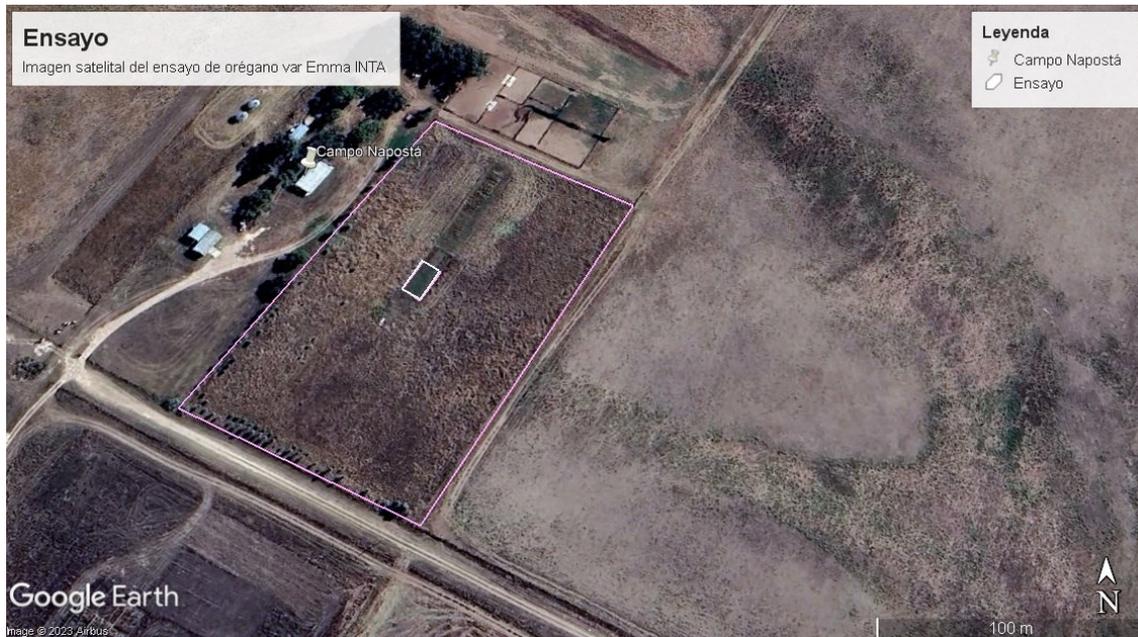


Figura 3. Imagen satelital del Campo Napostá, donde se ubicó el ensayo.

Clima

El clima de la región es templado, con valores medios de temperatura comprendidos entre $14^{\circ}C$ y $20^{\circ}C$, con una temperatura media anual de $15.5^{\circ}C$, y estaciones térmicas bien diferenciadas. Durante la estación cálida son frecuentes los registros de temperaturas que llegan a valores extremos y superan los $40^{\circ}C$. Los inviernos suelen presentar marcados los periodos de frío que ocasionan perjuicios a la población y a las actividades económicas en general. Las lluvias otorgan un carácter subhúmedo a esta variedad de clima templado, denominado también de transición (Campo et al. 2009; Laurlund, 2021).

La región presenta alta variabilidad espacial y temporal en las precipitaciones. Las precipitaciones medias anuales arrojan un promedio de 602.80 mm, tomando los datos registrados entre los años 1961 y 2018. Los meses de octubre a abril son los que registran mayores precipitaciones, estos coinciden con los meses de mayor demanda hídrica del cultivo (Laurlund, 2021).

Los vientos predominantes provienen de los cuadrantes norte y noroeste. La mediana registrada asciende a 19 km h^{-1} (Lugaro, 2022) con máximas de 70 km h^{-1} (Cartuccia, 2021).

Teniendo en cuenta la Clasificación climática de Thornthwaite, el clima de Bahía Blanca puede ubicarse dentro del grupo Subhúmedo seco, con nulo o pequeño exceso de agua. Según la Clasificación climática de Köpen, Bahía Blanca quedaría comprendida dentro del tipo climático BS, semiárido (CRIBA, 2007).

Para el análisis de la información pluviométrica y los registros de temperatura durante el periodo en estudio, se utilizaron los datos brindados por la Estación meteorológica Bahía Blanca (Meteo Bahía). La misma pertenece a la red del Servicio Meteorológico Nacional y se encuentra ubicada

en la Base Aeronaval 19 Comandante Espora. Asimismo, se obtuvo la información registrada en los informes de la Estación Meteorológica Napostá (EMN) para el período del ensayo.

Antecedentes del lote

La parcela cuenta con historial agrícola reciente. Desde el año 2017, se han realizado ensayos con varias plantas aromáticas: distintos cultivares de orégano (*Origanum vulgare*), de romero (*Rosmarinus officinalis*), ajeno (*Artemisia absinthium*) y melisa (*Melissa officinalis*) y lavandín (*Lavandula hybrida*). Predominaba el pastizal natural, conformado por especies gramíneas y latifoliadas: “avena guacha” (*Avena fatua*), “cebadilla” (*Bromus catharticus*), “pasto llorón” (*Eragrostis curvula*), “vicia” (*Vicia villosa*), “cardo” (*Carduus spp.*), entre otras.

Labores previas al trasplante

En septiembre se acondicionó el suelo realizando varias pasadas con un arado de disco y luego con un rotocultivador en la zona establecida para el trasplante (Figura 4). Con una azada se diseñaron los bordos del cultivo, dónde se instaló riego, el mulching y se dispusieron los plantines.



Figura 4. Preparación del suelo.

Se tomaron muestras de suelo a fin de realizar los análisis correspondientes en el Laboratorio de Análisis Químicos (LANAQUI) de CERZOS-CONICET (UNS). Los parámetros edáficos determinados fueron: textura, pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible y potasio intercambiable.

El agua de riego fue analizada por Cartuccia (2018) y Laurlund (2021). Se tomaron muestras del agua de riego y se cuantificaron cationes (Na^+ , Mg^{++} , K^+ , Ca^{++}) y aniones (NO_3^- , CO_3^- , HCO_3^- , SO_4^- , PO_4^-) mayoritarios. Los valores obtenidos se utilizaron para calificar la aptitud del recurso para riego, empleando la clasificación propuestas por Riverside y FAO. Los valores obtenidos se muestran en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1.

Valores obtenidos de los parámetros de calidad del agua.

Parámetro	C.E. dS m ⁻¹	Na mg l ⁻¹	Mg ml g ⁻¹	K mg l ⁻¹	Ca mg l ⁻¹	RAS
	1,5	280	13,5	3,6	20,3	11,8

Fuente: Laurlund. (2021).

Cuadro 2.

Valores de los aniones relevantes

Parámetro	N – NO ₃ ⁻ mg l ⁻¹	CO ₃ ²⁻ mg l ⁻¹	HCO ₃ ⁻ mg l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg l ⁻¹	PO ₄ ²⁻ mg l ⁻¹	As mg l ⁻¹	SDT mg l ⁻¹
	4,91	91,6	337,3	189	0,45	0,079	944

Fuente: Laurlund. (2021).

Según la clasificación Riverside el agua es C3S2, es decir, tiene alta concentración de sales y sobre todo de sodio. Siendo apta para regar en suelos con buen drenaje y en cultivos tolerantes a la salinidad (Laurlund, 2021). Según la clasificación de la FAO que tiene en cuenta la Conductividad Eléctrica (C.E) y la Relación Adsorción de Sodio (RAS), el agua para riego se clasifica como ligero a moderado grado de restricción de uso (Cartuccia, 2021). En cuanto a la dureza del agua no se encontraron inconvenientes y se clasificó como dulce, debido a que la fórmula aplicada por Laurlund (2021) arrojó un resultado de 10,6 grados hidrométricos franceses (°F).

Cultivo e instalación de las parcelas experimentales

Se evaluó el comportamiento, crecimiento y desarrollo del cultivo de orégano var. EMMA INTA para la producción de biomasa aérea y obtención de aceite esencial, en función de distintos tratamientos. El croquis de la parcela se detalla en la *Figura 5*.

El marco de plantación se definió en 0,80 m entre hileras y 0,40 gm entre plantas, constituyendo así 6 líneas de 15 m, con 36 plantas, 12 por cada tratamiento. Al final de cada una de las líneas se trasplantaron 4 matas para utilizar como reposición (fuera de medición = FM). Los tratamientos evaluados fueron:

- Fertilización convencional (EQ): equivalente a 80 k de FDA por hectárea al trasplante y 80 kg de N por hectárea con UREA en dos aplicaciones (30 días post trasplante y luego del corte)
- Fertilización orgánica (EO): incorporación de HAMPI líquido a una dosis de 120 L por hectárea en todo el ciclo, dividido en 3 aplicaciones (plantación, 30 días post trasplante y luego del corte).
- Testigo (ET): sin aplicación de enmiendas o fertilizantes.

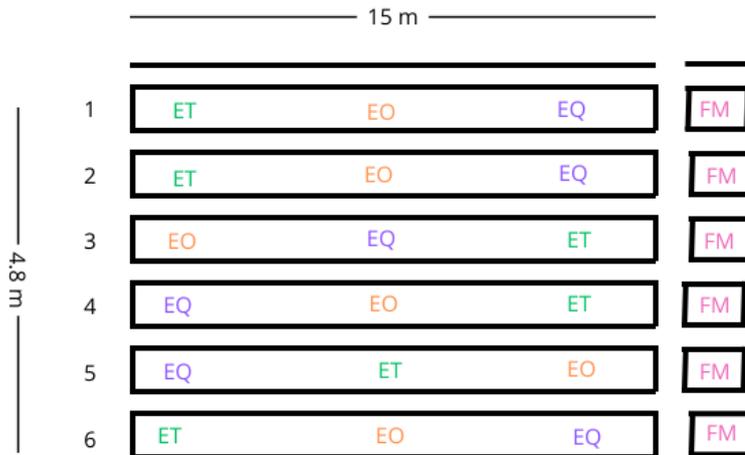


Figura 5. Croquis del ensayo.

El ensayo se realizó en el periodo 2022-2023, desde el mes de octubre a mayo. El cultivo se generó por división de matas, provenientes de un productor de Villa Dolores, Córdoba. Las matas arribaron en agosto y se dispusieron temporalmente en una parcela ubicada en el predio del Departamento de Agronomía (DA) (*Figura 6*), con un sistema de riego por goteo y recubiertos por una manta anti heladas. La misma se colocó por alerta de bajas temperaturas.



Figura 6. Detalle de las varas obtenidas por división de matas en el predio del DA.

Al momento del trasplante definitivo, se recolectaron los plantines y se agruparon para conformar matas parejas. El trasplante se realizó a mano, el 12 de septiembre, previa colocación del mulching plástico y del sistema de riego. El mulching de plástico negro, de 20 micrones, se colocó en los camellones, una vez dispuestos las cintas de riego. El agregado del acolchado disminuye la competencia con malezas, especialmente en las etapas tempranas del cultivo, y aumenta la eficiencia en el uso del agua. Asimismo, mejora las condiciones de medición y recolección del material aéreo, al no estar éste en contacto directo con el suelo.

La primera dosis de fertilización nitrogenada se realizó 30 días pos trasplante. Se aplicó 4.5 g planta⁻¹ de urea al EQ y con jeringa 1.5 ml planta⁻¹ de HAMPI a EO. Las plantas se encontraban al inicio de rama floral

El día del trasplante se aplicó la enmienda orgánica sobre las plantas EO, a razón de 1,5 ml planta⁻¹ de hummus líquido “HAMPI”. La composición química del producto se detalla en el Anexo. Las dosis aplicadas de los fertilizantes químicos fueron: 2,75 g planta⁻¹ de urea y 2,5 g planta⁻¹ de fosfato di-amónico. Las dosis fueron elegidas en función a las recomendaciones técnicas de los productos para hortalizas de hoja.

El 28 de septiembre, se repusieron las matas faltantes y se calculó el porcentaje de supervivencia. Además, se aplicó la segunda dosis de los fertilizantes y de la enmienda.

Sistema de riego

Antes de la implantación, se instaló el sistema de riego localizado por goteo (*Figuras 6 y 7*). Se colocaron 6 mangueras de riego por goteo de 900 micrones con goteros incorporados cada 0.3 m. Como se explicó anteriormente, la calidad del agua de riego podría ser una limitante para el cultivo debido al alto contenido de sales. Sin embargo, al utilizarse riego por goteo, el suelo permanece con un alto grado de humedad desplazando las sales por capilaridad a la periferia del bulbo húmedo, generando condiciones más propicias para el desarrollo radical (Apaza, 2013; Liotta et al. 2015). A estos sistemas también se les denomina de alta frecuencia, permitiendo regar desde una a dos veces por día, dependiendo del tipo de suelo y las necesidades del cultivo. La posibilidad de efectuar riegos de forma frecuente, permite reducir el peligro de estrés hídrico en la planta, ya que es posible mantener la humedad del suelo a niveles óptimos durante todo el periodo de cultivo, mejorando las condiciones para su desarrollo (Rodríguez Villegas, 2022).

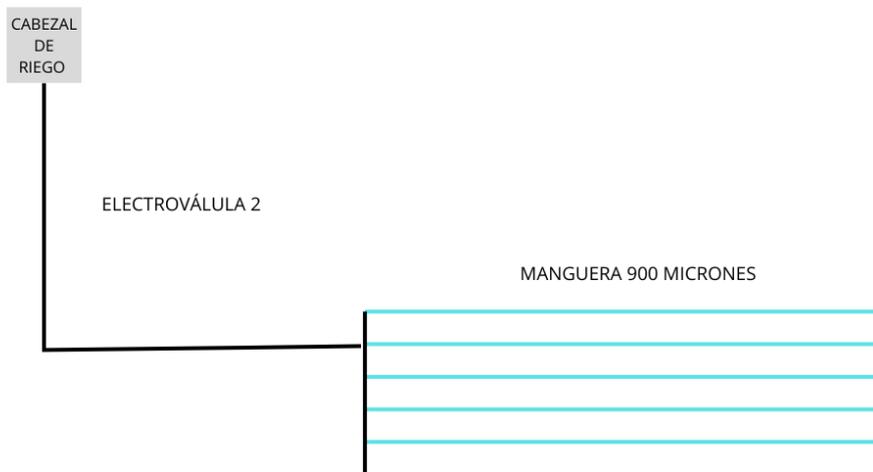


Figura 6. Diseño del sistema de riego.



Figura 7. Mangueras colocadas.

El agua para riego se obtuvo en primera instancia de una perforación extraída con un molino de viento y contenida en un tanque de tipo australiano, ubicada a unos 530 m de la parcela, en pendiente. El cabezal de riego se ubicó dentro de un galpón, distanciado a 100 m del ensayo. El mismo estuvo compuesto por filtros de arena y malla, un temporizador conectado a un tablero eléctrico para encender y apagar las electroválvulas, lo que permitió automatizar el sistema. No fue necesaria la colocación de bomba impulsora de agua hacia los emisores debido a la diferencia de altura entre el tanque australiano y la manguera de riego.

Luego de la rotura del tanque, ocurrida en enero, debió utilizarse el agua proveniente de otra perforación, ubicada más lejos del ensayo. La misma presentó poca presión, debiendo aumentarse la frecuencia de riego, a fin de satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo.

El cabezal contuvo 4 electroválvulas, la utilizada durante el ensayo correspondió a la electroválvula 2, con un aforo medido de 600 ml h^{-1} en los goteros.

La frecuencia de riego se reguló a lo largo del ciclo para satisfacer las necesidades del cultivo y evitar pérdidas por encharcamiento.

Determinación del requerimiento hídrico para el cultivo

Se conoce como evapotranspiración (ET) a la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo (FAO, 2006). En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal (FAO, 2006).

Los factores que determinan la evapotranspiración son: el clima, las características del cultivo, el medio y el manejo aplicado.

Para obtener la evapotranspiración del cultivo (ETc), primero se debe calcular la evapotranspiración de referencia (ETo) de la zona donde se realiza el estudio mediante diferentes variables climáticas, según el método seleccionado para su cálculo. Luego este valor (ETo) se multiplica por un coeficiente de cultivo (Kc), que representa las variables físicas y fisiológicas propias de cada planta (Ecuación 1) (Laurlund, 2021).

$$(1) \quad ET_c = ET_o * K_c$$

Donde:

- ET_c evapotranspiración del cultivo [mm d⁻¹]
- K_c coeficiente del cultivo [adimensional]
- ET_o evapotranspiración del cultivo de referencia [mm d⁻¹]

La ET_o para este trabajo se calculó mediante la ecuación de FAO Penman Monteith (Ecuación 2), utilizando el programa CROPWAT 8.0, el cual determina los requerimientos de agua de cultivos y requerimientos de riego, basados en datos de suelo, clima y planta.

$$(2) \quad ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

Donde:

- ET_o evapotranspiración de referencia (mm día⁻¹)
- R_n radiación neta en la superficie de cultivo (MJ m⁻² día⁻¹)
- R_a radiación extraterrestre (mm día⁻¹)
- G flujo de calor del suelo (MJ m⁻² día⁻¹)
- T temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
- u₂ velocidad del viento a 2 m de altura (m s⁻¹)
- e_s presión de vapor de saturación (kPa)
- e_a presión real de vapor (kPa)
- e_s - e_a déficit de presión de vapor (kPa)
- Δ pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C⁻¹)
- γ constante psicométrica (kPa °C⁻¹)

La diferencia entre la ET_c y la precipitación efectiva corresponden a los requerimientos netos de riego para el cultivo; este a su vez, está determinado por el método de riego utilizado.

Los siguientes datos fueron extraídos de la tesis de grado de Ciancaglini (2020), el Manual de Cropwat FAO 4.3 y el artículo de Ramírez, Montiel y Vázquez Peña (2011).

- Agotamiento crítico (fracción): 0.25
- Respuesta al rendimiento: 0.45 – 0.5 – 0.80 – 0.3 – 0.2

Diseño experimental

Cada línea compuso un bloque completamente aleatorizado, donde los tres tratamientos estuvieron presentes. Se trasplantaron 12 matas uniformes por tratamiento. Las mediciones se realizaron sobre las 8 plantas del centro, dejando las dos primeras y las dos últimas matas fuera de la medición, antes del primer corte, y en las cuatro del centro luego del mismo.

Las mediciones realizadas fueron:

- Supervivencia al trasplante (%).

- Diámetro de mata (cm).
- Altura de la mata (cm): tomando la parte más alta de la misma.
- Fenología.
- Peso fresco luego del primer corte (g).
- Peso seco luego del secado del primer corte (g).
- Peso del aceite del primer corte (g).
- Análisis químico de los aceites extraídos por destilación del primer corte.
- Supervivencia luego del primer corte (%).
- Peso fresco luego del segundo corte (g).
- Peso seco luego del secado del segundo corte (g).
- Peso del aceite del segundo corte (g).
- Análisis químico de los aceites extraídos por destilación del segundo corte .

Los datos de rendimiento, altura, diámetro, tallos por planta y contenido porcentual de aceite esencial se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias se efectuó con DMS al 5%. Se calculó el rendimiento de material fresco, seco y en aceite estimado por hectárea.

El análisis estadístico se realizó con el programa R studio, comparando los valores obtenidos según el tratamiento, mediante el test ANOVA y la confección de box plots. Se comprobaron los requisitos de homocedasticidad, independencia y normalidad de los datos para cada medición, utilizando las herramientas propuestas por Baragatti (2023). La *figura 1* del Anexo ejemplifica los gráficos confeccionados

El análisis químico de los aceites esenciales obtenidos, se realizó sobre las muestras de aceite diferenciadas por tratamiento y bloque. Se determinó el contenido de terpenos fenólicos, especialmente timol, carvacrol, p-cimeno y linalol mediante cromatografía gaseosa asociada a espectrometría de masas (CG-EM), en el laboratorio de Química Orgánica del Dpto. de Química de la UNS.

Durante todo el ciclo del cultivo se monitoreó la presencia de plagas, malezas y enfermedades. Las labores de desmalezado se realizaron de forma manual.

Cosecha y acondicionamiento del material

La primera cosecha se realizó cuando el 50% de las plantas alcanzaron un 10% de floración, el 12 de diciembre (*Figura 8 y 9*). El corte se realizó con tijera de podar, dejando un remanente de 5 cm de tallo. Se agruparon los tres tratamientos por separado, y también los FM (FM EO, FM ET y FM EQ).



Figura 8. Tallo con la inflorescencia racimosa.



Figura 9. Remanente de tallos en las matas.

Una vez obtenido el material cosechado se procedió al pesado en fresco y posterior secado, el cual fue realizado en bolsas de polietileno bicapa colgadas dentro de un invernadero del DA, con buena aireación y luminosidad. Luego fueron despalilladas manualmente y pesadas, para obtener el rendimiento por parcela en peso seco y extrapolar el rendimiento por hectárea.

El despalillado consiste en la eliminación completa del tallo y ramificaciones, dejando solamente las hojas y flores, que fueron recolectadas y almacenadas en bolsas plásticas y herméticas. Se pesaron por separado los tallos de las flores y hojas (*Figuras 10 y 11*).



Figura 10. Mata seca, lista para despalillar.



Figura 11. Material vegetal seco: flores y hojas (izquierda) y tallos (derecha).

La segunda cosecha también se realizó en plena floración (*Figura 12*). El 28 de febrero se cosecharon los tratamientos por segunda vez. Las muestras fueron secadas, despalilladas y guardadas siguiendo la metodología utilizada en el primer corte.



Figura 12. Mata de orégano previo al corte, el 28 de febrero.

Destilación del aceite esencial

La obtención de aceite esencial se realizó utilizando un equipo de hidrodestilación diseñado por la Universidad Nacional del Sur. La materia prima vegetal es cargada de manera que forme un lecho fijo compactado. Su estado puede ser molido, cortado, entero o en combinación de éstos. El vapor de agua es inyectado mediante un distribuidor interno, próximo a su base y con la presión suficiente para vencer la resistencia hidráulica del lecho. Conforme el vapor entra en contacto con

el lecho, la materia prima se calienta y va liberando el aceite esencial contenido y éste, a su vez, debido a su alta volatilidad se va evaporando. Al ser soluble en el vapor circulante, es “arrastrado”, corriente arriba hacia el tope del hidroddestilador. La mezcla, de vapor saturado y aceite esencial, fluye hacia un condensador, mediante un “cuello de cisne” o prolongación curvada del conducto de salida del hidroddestilador. En el condensador, se obtiene una emulsión líquida inestable, la cual, es separada en un decantador (Cerpa Chávez, 2007).

Este tipo de destilación facilita la extracción de principios activos volátiles y permite obtener las esencias de las plantas aromáticas, aunque es aplicable solamente a sustancias termoestables. En la destilación por arrastre de vapor de agua el material se coloca dentro del alambique sobre un plato perforado en un recipiente; de esta manera el vapor proveniente de otro recipiente, pasa a través del material arrastrando el aceite. Es un método rápido de destilación, donde el material sufre menos alteraciones (Bucciarelli, et al. 2014).

Cada muestra de aceite se obtuvo de operar el destilador durante 3 horas (*Figura 13*) con la totalidad de la materia vegetal seca de flores y hojas. Como resultado de este proceso se generó una mezcla de hidrolato y aceite esencial. Estos fueron separados por diferencia de densidades mediante una ampolla de decantación (Franco, 2020). Las muestras fueron pesadas y almacenadas en un ambiente frío para su posterior análisis.

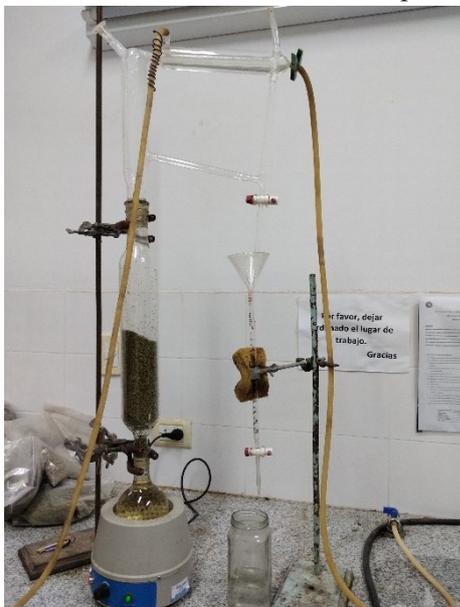


Figura 13. Equipo de hidroddestilación en funcionamiento.

Análisis de la composición química de los aceites

Se determinó la composición química de las muestras de aceite, diferenciadas según el tratamiento. Los resultados fueron obtenidos mediante cromatografía gaseosa asociada a espectrometría de masas (CG-EM), en el laboratorio de Química Orgánica del Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur. La cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC/MS) es una técnica analítica que permite separar, identificar y cuantificar mezclas de sustancias volátiles y semivolátiles.

El Laboratorio utilizó un cromatógrafo de gases Agilent GC 7890B acoplado a un detector selectivo de masas 5977A, equipado con una columna capilar (HP-5, 30 m x 0,25 mm x 0,25 μm). El mismo utiliza helio como gas carrier, con un flujo de 1 mL min^{-1} . Los espectros de masa se registraron en la modalidad de impacto electrónico (EI) a 70 eV, en un rango de masas m/z de 50 a 300 uma. La temperatura del bloque de inyección fue de 250°C. En el equipo se inyectó 1 μL de la dilución con un Split de 1:20. La temperatura inicial del horno del CG se mantuvo a 50°C

por 3 minutos, luego se aumentó a 180°C con una tasa de incremento de 5°C min⁻¹, se mantuvo a esa temperatura por 1 minuto y se aumentó nuevamente a una tasa de 50°C min⁻¹ hasta 280°C. El tiempo total rondó los 32 minutos.

La cromatografía gaseosa permite la separación de las sustancias presentes en una muestra, pudiendo ser usada también para su identificación. La misma se puede efectuar comparando el tiempo de retención (como en las demás técnicas cromatográficas que se desarrollan en columna) o el volumen de retención de los componentes de la muestra con los de patrones convenientes. Una vez obtenido el cromatograma se puede efectuar la cuantificación de los compuestos separados, a través del cálculo de la altura o del área del pico presentado por cada uno de ellos (Corzo, 2019).

En este estudio, 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 (Belladonna, 2022).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Clima de la región

Las mayores precipitaciones históricas se concentran en los meses de otoño y primavera. La precipitación media mensual encontrada es 53.8 mm (Figura 14). La precipitación media mensual registrada en entre el período agosto 2022 y agosto 2023 fue menor a la histórica (Figura 14) y la distribución fue aún más concentrada en los meses de mayor temperatura.

Precipitaciones históricas y durante el ensayo

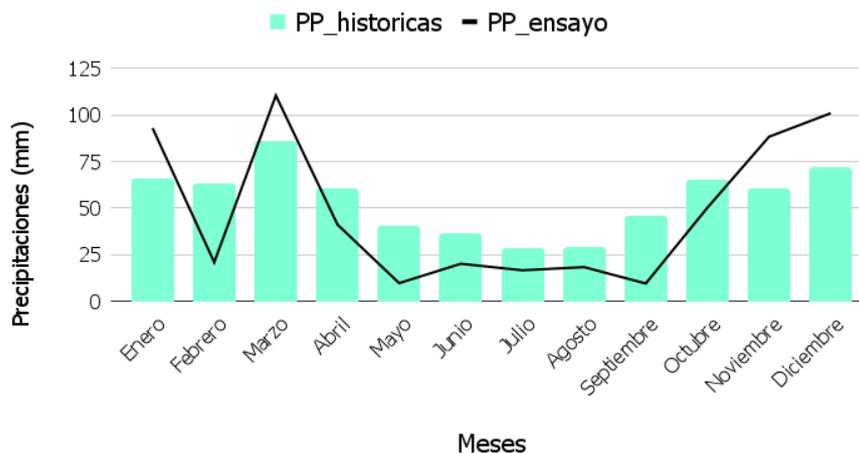


Figura 14. Promedio histórico de precipitaciones y durante el ensayo. Datos obtenidos de Meteo Bahía y Estación Meteorológica Napostá (EMN).

La temperatura máxima media anual calculada se sitúa cercanos los 22°C, mientras que la media mínima anual se encuentra en 6.5°C (Figura 15). Durante el período estudiado, las temperaturas no difirieron de la tendencia mencionada con anterioridad (Figura 15). El período de mayor temperatura se correspondió con los meses de activo crecimiento de la planta.

Temperaturas históricas y durante el ensayo

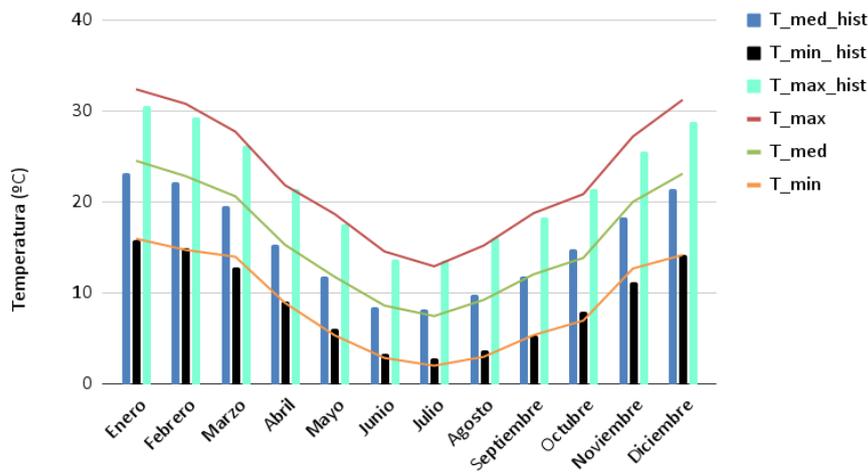


Figura 15. Temperaturas históricas y las registradas durante el ensayo. Datos obtenidos de la EMN.

Análisis del suelo

El análisis de la composición textural indicó la presencia dominante de la fracción arena, con un porcentaje de 56,3 %, mientras que la porción restante se repartió entre la fracción arcilla y el limo (Cuadro 3). De acuerdo al método del triángulo textural que aplica el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de America (USDA), el suelo se clasificó como franco arcillo arenoso.

Cuadro 3.

Composición textural del suelo de la parcela.

Fracción	Arena	Limo	Arcilla
Porcentaje (%)	56,3	23,2	20,5

Clasificación (USDA) Franco arcillo arenoso

El valor de pH (Cuadro 4) contenido entre 7,1 y 7,3, definen al suelo como muy levemente alcalino (Vazquez, 2008). El intervalo deseable para especies hortícolas oscila entre 5,5 y 7,7, habiendo variabilidad en la tolerancia entre especies.

El contenido de materia orgánica (Cuadro 4) indicó un potencial productivo óptimo para especies hortícolas. Niveles elevados de materia orgánica permiten un mejor intercambio catiónico, el incremento en la estabilidad de los agregados y la retención de agua, a la vez que beneficia el desarrollo de la micro fauna edáfica. Tanto los valores de conductividad eléctrica como del fósforo disponible (Cuadro 4), no representaron un obstáculo para el cultivo.

Cuadro 4.

Parámetros de fertilidad medidos.

Materia orgánica (%)	pH	Pe (ppm)	Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)
2.77	7.3	39.9	1.36

Estimación de la necesidad hídrica del cultivo

El período de crecimiento del cultivo se dividió en dos ciclos de acuerdo a los cortes realizados (el primero el 18/12 y el segundo el 28/02). Dentro de cada ciclo, se determinaron las siguientes etapas de acuerdo al estadio fenológico:

- Inicial: entre la fecha de trasplante y al momento de observarse 10% de cobertura por el cultivo
- Desarrollo: desde 10% hasta cobertura total e inicio de rama floral
- Media: inicio de floración hasta fecha de corte
- Final: momento de la cosecha, con poca biomasa remanente

A cada una de las etapas se le asignó un valor de Kc (*Figura 16*), obtenido del trabajo de Ciancaglini (2020).

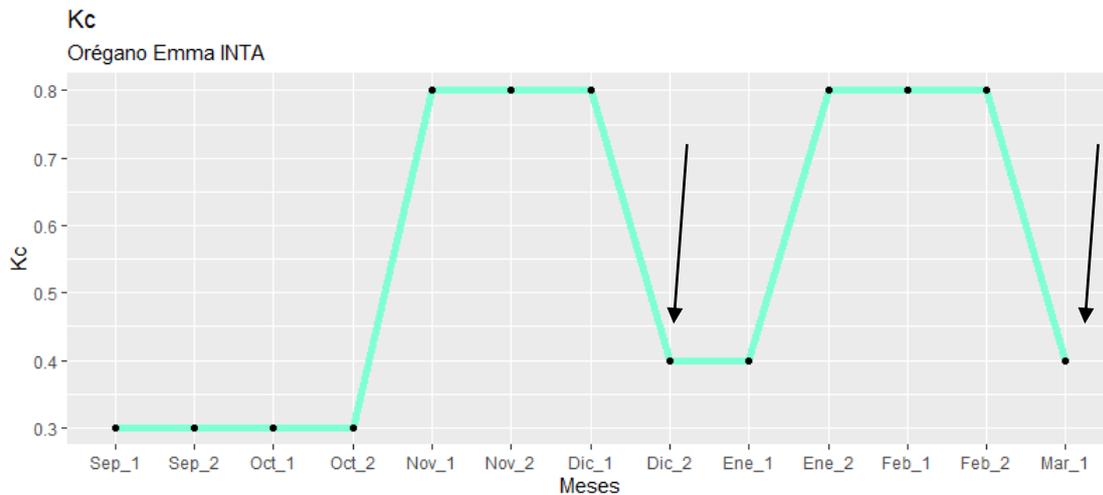


Figura 16. Curva de Kc del cultivo de orégano. La flecha indica los momentos de corte.

Según los valores obtenidos del programa Cropwat para el período estudiado, la ETo más elevada ocurrió en el mes de enero siendo de 5.74 mm día⁻¹, mientras que el valor más bajo correspondió al mes de junio (0.48 mm día⁻¹).

En cambio, el mes que registró una mayor ETc, expresada en mm día⁻¹, fue durante la tercera década de noviembre (primer corte) y la primera década de febrero (segundo corte), con valores de 3.90 y 3.98 mm día⁻¹ respectivamente (Cuadro 5). Pudo comprobarse la situación encontrada en trabajos similares, donde el período de mayor demanda hídrica del cultivo acompañó también el período de mayor demanda atmosférica y desarrollo del cultivo.

La necesidad hídrica calculada para el cultivo durante el ciclo analizado fue de 443.35 mm, desde la implantación hasta el último corte. Los resultados obtenidos fueron inferiores a los detectados por Orte (2022), Franco (2020) y Ciancaglini (2020) para el cultivo en la zona, debido a que las precipitaciones efectivas aportaron el 72% (321.10 mm) de los requerimientos teóricos.

Las precipitaciones se concentraron en el verano, especialmente en noviembre (110 mm) y enero (93 mm). Ante posibles anomalías en las precipitaciones y para asegurar un correcto estado hídrico del cultivo, es necesaria la aplicación del riego complementario.

Cuadro 5.

Valores obtenidos del programa CROMPWAT 8.0 para los parámetros de ETc, precipitación efectiva (Pe) y requerimiento neto de agua (Req Neto) para el cultivo de orégano.

Mes	Decada	Etapa	ETc mm día ⁻¹	ETc mm dec ⁻¹	Prec, efec mm dec ⁻¹	Req,Riego mm dec ⁻¹	
Sep	2	Inic	0.67	6.00	13.90	0	
Sep	3	Inic	0.78	7.80	18.70	0	
Oct	1	Inic	0.90	9.00	22.60	0	
Oct	2	Des	1.19	11.90	26.20	0	
Oct	3	Des	1.97	21.70	26.90	0	
Nov	1	Des	2.90	29.00	29.20	0	
Nov	2	Med	3.69	36.90	31.20	5.70	
Nov	3	Med	3.90	39.00	24.20	14.80	
Dic	1	Fin	3.73	37.30	13.00	24.40	
Dic	2	Fin	2.72	21.70	4.30	16.40	
Total primer ciclo					220.40	210.20	61.30
Dic	2	Inic	1.67	5	1.60	5	
Dic	3	Inic	1.69	18.6	12.3	6.2	
Ene	1	Des	1.74	17.4	24.4	0	
Ene	2	Des	2.65	26.5	31.5	0	
Ene	3	Med	3.84	42.2	23.2	19	
Feb	1	Med	3.98	39.8	9.2	30.6	
Feb	2	Fin	3.28	32.8	0.7	32.1	
Feb	3	Fin	2.08	12.5	7.9	7.2	
Total segundo ciclo					194.9	110.9	100.2

Los requerimientos hídricos diarios del cultivo fueron mayores en el segundo ciclo, debido a las altas temperaturas registradas y al rápido crecimiento general de las plantas luego del corte (Cuadro 5).

A partir del Cuadro 5 se pudo obtener la lámina bruta teórica a aplicar durante el período del ensayo. La eficiencia del sistema de riego por goteo del ensayo se estimó en un 90%, por lo que la lámina bruta teórica a aplicar debió ser de 177.65 mm. Se aplicó una lámina final de 308.93 mm en el transcurso del ensayo, valor superior al teórico. Esto podría indicar que existió un uso ineficiente del recurso hídrico, el cual debería ser corregido. Sin embargo, las plantas no mostraron síntomas graves causados por anegamiento, pero si se observaron patologías relacionadas al daño por altas temperaturas. Es por ello que se validó el programa de riego utilizado, pudiendo realizar las correcciones necesarias de acuerdo a las observaciones de las plantas a campo. El mismo se adjunta en el Anexo.

Establecimiento del cultivo

Dos semanas luego de implantadas las matas, se repusieron aquellas que no habían prosperado. El porcentaje de supervivencia general obtenido fue del 91.11%.



Figura 17. Mata de orégano implantada.

Crecimiento y desarrollo

Seguimiento del estado fenológico

Las matas presentaron una buena implantación y activo crecimiento. El desarrollo fenológico de la variedad no difirió de los datos encontrados por Belladonna (2022), Ciancaglini (2020), Davidenco (2015) y Orte (2022) tanto para variedades del tipo criollo como para variedades compactas (Figura 18). Las matas presentaron porte erecto, de matas no tan definidas (Figura 19).

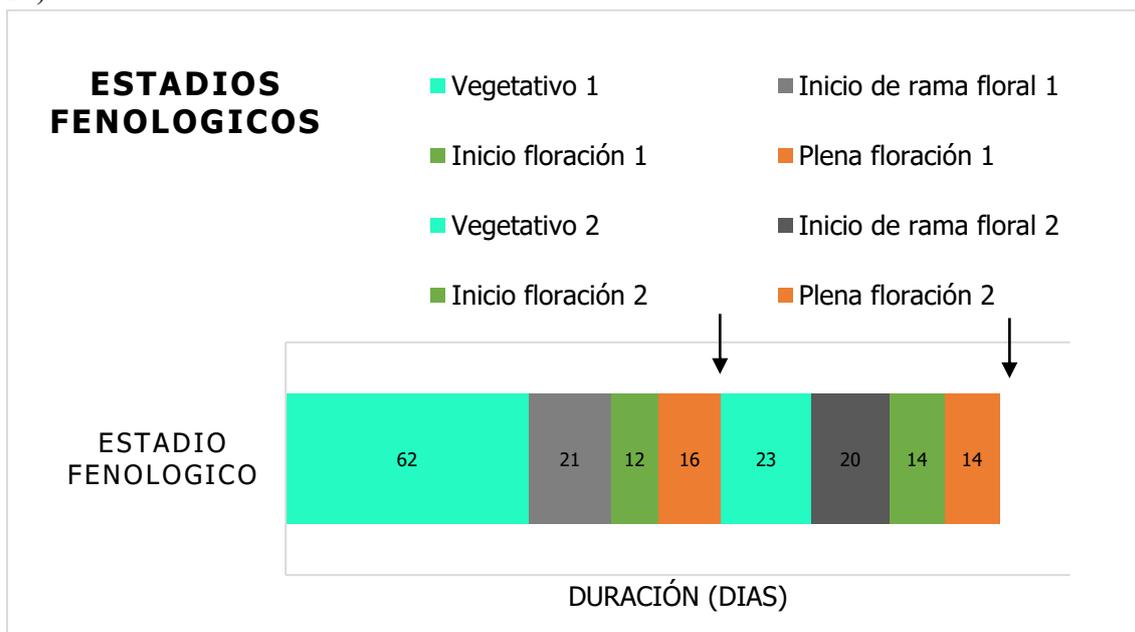


Figura 18. Esquema con la duración de las fases en el cv EMMA INTA. Las flechas indican los momentos de corte.



Figura 19. Mata de orégano en estado vegetativo.

Para la confección del gráfico se utilizaron los criterios expuestos por Davidenco et al (2012). El segundo período vegetativo se vio acelerado por el incremento en las temperaturas.

La var EMMA INTA presentó características morfológicas similares a la de los oréganos de tipo criollo. Los mismos exhiben epicastros más largos y con un mayor número de flores en comparación a los de tipo compacto (Figura 20). Este patrón de elongación de los entrenudos, junto con la longitud de epicastros genera cimmas florales laxas, como puede observarse en las figuras 20, 21 y 23. El patrón típico de ramificación genera un hábito de crecimiento erecto (Figura 22) (Davidenco, 2015). Sin embargo, dichas características no son suficientes para clasificar al cultivar dentro del ecotipo criollo, por lo que debe continuarse con el estudio morfo-anatómico de la planta para su correcta determinación. El personal del INTA Villa Dolores, creadores del material, aclararon mediante una entrevista que EMMA no pertenecía a los ecotipos criollo, mendocino, compacto ni chileno, aunque presentara similitudes con los ecotipos criollos.

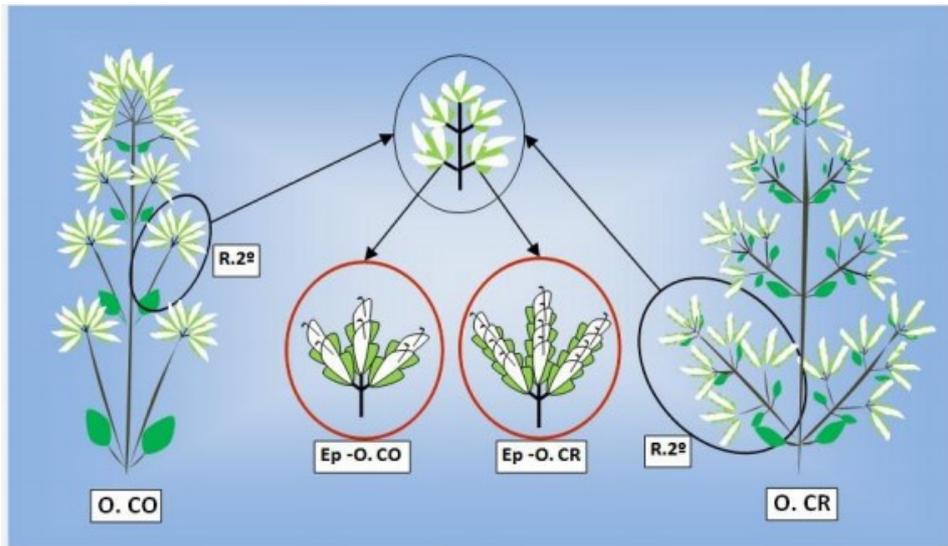


Figura 20. Esquema de la arquitectura de la rama floral y disposición de epicastros (Ep) y ramas secundarias (R.2 º) en dos subspecies de *O. vulgare*: “*O. Compacto*” (O.CO) y “*O. Criollo*” (O.CR). Extraído de Davidenco, 2015.



Figura 21. Detalle de la inflorescencia.



Figura 22. Porte erecto de la var. EMMA INTA, al inicio de rama floral.



Figura 23. Inicio de rama floral.

Durante el ciclo estudiado, pudieron realizarse dos cortes en plena floración. Se aplicó la segunda dosis de urea a EQ y la tercera dosis de HAMPI a EO una vez cosechado el material. El plan de fertilización nitrogenada se repitió para el segundo ciclo de floración. Luego del segundo corte, se observaron diferencias en el desarrollo de las matas (Figura 24). Esto se debió a problemas relacionados con las altas temperaturas registradas durante los meses de enero y febrero. A su vez, se detectó faltante de plantas en algunos bloques. Se consideraron las posibilidades de una infestación con nematodos en un sector del ensayo, así como también fitotoxicidad causada por el tratamiento químico, aplicado luego del primer corte en medio de una ola de calor extrema con picos de 45°C registrados en ambiente (debajo del mulch pudo haber superado esa temperatura en más de 10°C).



Figura 24. Comparación de desarrollo entre plantas con escasos brotes (izquierda) y muy brotado (derecha) para una misma fecha.

Crecimiento del cultivo

Las mediciones realizadas a campo se detallan a continuación. El primer corte corresponde a las mediciones realizadas previo y al momento del primer corte, mientras que el segundo corte comprende las mediciones posteriores y hasta el momento del segundo corte inclusive. Se utilizaron las plantas de los bloques 5 al 10 inclusive debido a los problemas de supervivencia detectados dos luego del primer corte.

Resumen corte 1

Se calcularon las medias de los parámetros evaluados (diámetro de mata y altura) para las dos mediciones realizadas antes y al momento del corte. La *figura 25* resume los valores encontrados.

Diámetro y altura promedio de primer corte

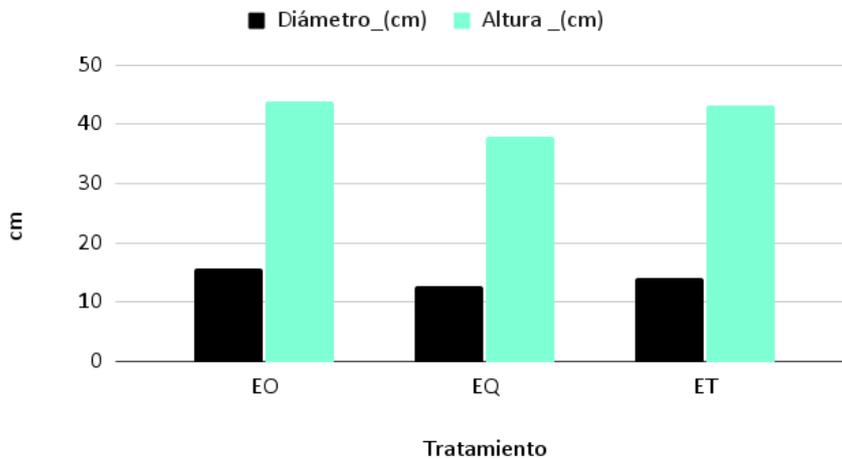


Figura 25. Diámetro y altura media, para cada medición, según el tratamiento.

En la primera medición, no se encontraron diferencias significativas entre diámetro y altura de las plantas según tratamientos (p valor 0.681 y 0.706 respectivamente). Tampoco existió variabilidad en la segunda medición (p valor = 0.461 y 0.0934 respectivamente).

Resumen corte 2

La *figura 26* muestra las medias obtenidas del diámetro y altura, por tratamiento, de la medición realizada previo al segundo corte.

Resumen crecimiento corte 2

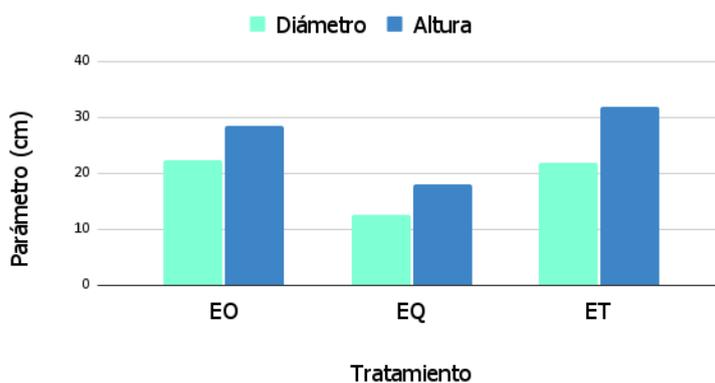


Figura 26. Medias del diámetro y la altura, en cm, según el tratamiento.

En el corte 2, se detectaron diferencias significativas tanto en el diámetro como en la altura, entre tratamientos (p valor = 0.00219 y 0.00149). Mediante el test de Tukey, se detectó que, para ambos parámetros, las diferencias existieron entre los tratamientos EQ vs EO y ET vs EQ (*figura 27*). El tratamiento químico se diferenció del resto al presentar valores inferiores con respecto al orgánico y superiores con respecto al testigo.

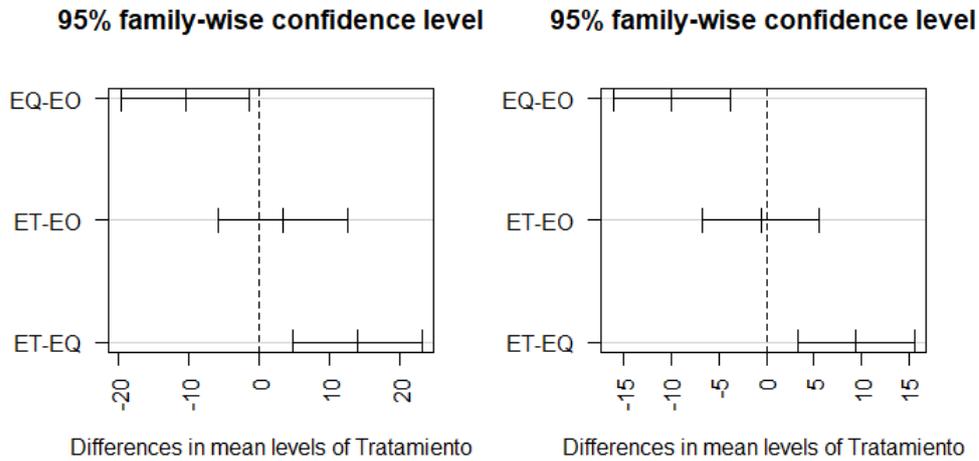


Figura 27. Diferencias entre las medias de la altura (izquierda) y el diámetro (derecha) dependiendo del tratamiento.

Es por ello que se concluye que el tratamiento orgánico promovió un mayor crecimiento en diámetro y altura frente al tratamiento químico. El tratamiento testigo no mostró diferencias contra el EO.

Comparación entre cortes

Se comparó el diámetro medio según el tratamiento del primer corte versus las medias del segundo corte, cuyo resultado indicó que no existió variabilidad entre las mismas y entre tratamientos (p valor de 0.295 y 0.203). En cambio, al comparar la altura media de cada tratamiento, se detectaron diferencias significativas entre cortes, pero no así entre tratamientos (p valor 0.0241 y 0.1449). Los valores de altura del segundo corte fueron inferiores a los del primer corte. Esta tendencia puede observarse en los oréganos durante el primer ciclo del cultivo, luego dicha relación se invierte. Davidenco (2015) encontró que tanto para los ecotipos criollo como compacto, la mayor biomasa (en base fresca) del cultivo fue observada en el ciclo 2 de crecimiento, debido al mayor tiempo de acumulación de biomasa (DTT) y no a una mayor tasa de crecimiento. Esto se relaciona con el porcentaje de la radiación fotosintéticamente activa acumulada. A medida que suceden los cortes, disminuye la relación hoja: tallo, y en consecuencia, la proporción de tejido fotosintético.

Es por ello que luego del primer corte, la altura media de las plantas decayó, pero se incrementó el diámetro de las matas. La arquitectura erecta de las matas previno la generación de un microclima adverso a nivel de canopeo, que podría haber incrementado la susceptibilidad a enfermedades, comprometiendo el ciclo productivo subsiguiente.

Esto permite concluir que la variedad EMMA INTA presentó un buen potencial de crecimiento luego del primer corte, que se vio reflejado en un aumento en la corona. Dicho incremento permitió compensar el decrecimiento en altura y mantener la relación hoja: tallo luego del primer corte (Cuadro 7 y 8).

Plagas y enfermedades

El cultivo no presentó daños considerables por plagas y enfermedades durante el primer ciclo. Las plagas detectadas no disminuyeron el rendimiento del primer corte. Sin embargo, en el segundo corte, existieron problemas con las altas temperaturas y la fertilización química, que disminuyeron el stand de plantas. La aplicación de fertilizantes nitrogenados como la urea con ambientes con alta temperatura pudieron promover el aumento del biuret, el cual puede ser tóxico para las plantas en concentraciones elevadas. Esto generó la supresión del crecimiento de las matas y su consecuente muerte.

Asimismo, se identificaron síntomas de presencia de nemátodos, pero al momento no se ha confirmado. Los síntomas observados en la parcela fueron: plantas que mostraban escaso desarrollo en su parte aérea, hojas cloróticas y ramas secas. También, se detectaron manchones de plantas muertas. En algunas raíces, se observaron protuberancias.

Cosecha y rendimiento en biomasa del cultivo

Primer corte

El Cuadro 7 enumera los valores medios obtenidos de peso fresco, peso seco de tallos, peso seco de material despalillado y la relación material despalillado:tallos (Relación H:T), para cada tratamiento.

Cuadro 7.

Valores medios de peso fresco por planta (g) para el corte 1, para cada tratamiento.

Tratamiento	Peso fresco medio (g pl ⁻¹)	Peso seco total g pl ⁻¹	Peso seco material despalillado (g pl ⁻¹)	Relación (PSHyF:PST)
EO	30.577	12.38	6.52	1.11
EQ	33.028	13.94	6.96	1.00
ET	32.942	10.73	5.29	0.97

Se compararon las medias de cada variable entre tratamientos mediante el test ANOVA. No se observaron diferencias significativas en el peso fresco medio por planta, entre tratamientos (p valor 0.918) ni en el material despalillado (p valor 0.612). Podría afirmarse que el tratamiento de fertilización no influyó en el rendimiento en peso fresco ni en peso seco por planta del primer corte.

El material final para obtener aceite esencial se compone de la parte herbácea de la planta y de las flores, constituyendo el factor más importante para el cálculo del rendimiento. Una alta relación H:T indicaría mayores rendimientos por planta. Esta relación también puede ser considerada una medida indirecta de la distancia entre nudos, a mayor relación, habrá una menor

distancia entre nudos. En este caso, los valores calculados no difirieron entre tratamientos y se correlaciona con el porte erecto encontrado en la planta.

Los rendimientos obtenidos para el primer corte, en $g\ pl^{-1}$, fueron superiores a los determinados para el cultivar Alpa Sumaj en el trabajo de Ciancaglini (2021) para suelos sin limitaciones de profundidad. Sin embargo, la relación H:T fue menor que la encontrada en dicho ensayo. Al comparar los parámetros de rendimiento con oréganos de ecotipo mendocino, se encontró que los valores también fueron mayores, exceptuando la relación H:T (Belladonna, 2022).

Segundo corte

El Cuadro 8 resume las medias calculadas para el segundo corte. Al igual que en el caso anterior, no se observaron diferencias entre las medias de los tratamientos para los tres parámetros evaluados (p valor = 0.557, 0.372 y 0.616). Por ello, se determinó que el tratamiento tampoco influyó en el rendimiento del segundo corte, expresado en $g\ pl^{-1}$, para este cultivar.

Los valores encontrados para el segundo corte fueron nuevamente superiores a los descriptos para Alpa Sumaj (Ciancaglini, 2020) inclusive la relación material despalillado:tallos. En cambio, los resultados fueron inferiores a los del segundo corte de un orégano de ecotipo mendocino (Belladonna, 2022).

Cuadro 8.

Valores medios de peso fresco, material despalillado por planta (g) para el corte 2, para cada tratamiento.

Tratamiento	Peso fresco medio ($g\ pl^{-1}$)	Peso seco total $g\ pl^{-1}$	Peso seco material despalillado ($g\ pl^{-1}$)	Relación H:T
EO	43.80	13.26	9.50	2.50
EQ	33.40	9.98	7.40	2.90
ET	38.70	12.38	9.43	3.20

La *figura 28* resume los parámetros obtenidos del rendimiento, para ambos cortes.

Resumen rendimiento de ambos cortes

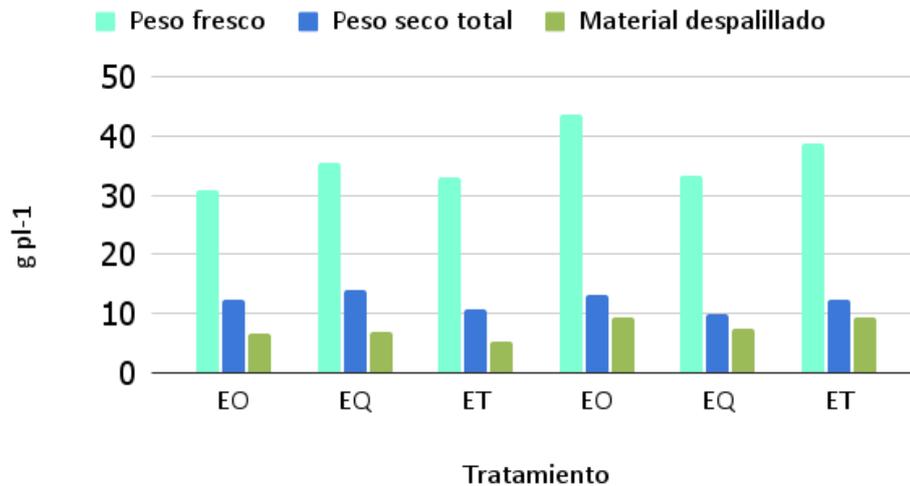


Figura 28. Rendimiento medio de los tres parámetros, expresado en g pl⁻¹, para el corte uno (izquierda) y el corte 2 (derecha).

Rendimiento en biomasa por hectárea

Se compararon los resultados de ambos cortes, multiplicando las medias por la densidad de plantas por hectárea (31250). Con la sumatoria de las variables peso fresco, peso seco total (tallos, flores y hojas), se realizó una regresión lineal para identificar las variables que mayor importancia tuvieron en la determinación de dicho rendimiento. Se planteó el siguiente modelo:

Ecuación 6.

$$(6) \quad \text{rendimiento (kg)} \sim \text{fecha de corte} + \text{duración del ciclo} + \text{tratamiento}$$

Se obtuvo que en todos los casos existió una fuerte correlación entre fecha de corte y duración (DDT), por lo que una de las variables fue eliminada del modelo, quedando:

Ecuación 7.

$$(7) \quad \text{rendimiento (kg)} \sim \text{fecha de corte} + \text{tratamiento}$$

El análisis estadístico demostró que ni el tratamiento, ni el corte, modificaron el rendimiento de la biomasa en peso fresco ni en peso seco. No se encontraron diferencias en el rendimiento en peso fresco entre cortes ni entre tratamientos (p valor 0.337 y 0.875). No se detectaron diferencias entre los cortes para el material despalillado (p valor trat = 0.824 y p valor corte = 0.147).

Esta tendencia podría deberse al elevado contenido de materia orgánica del suelo. En su trabajo Doğan, F., Özen, & O. Arslan (2007), los autores concluyeron que valores de nitrógeno entre 0.09 y 0.05 % en los primeros 10 cm suelo son suficientes para un buen desarrollo del cultivo. Si se tiene en cuenta la relación N:MO planteada por Gros y Domínguez (1992), el contenido de nitrógeno total del suelo del ensayo rondó en 0.13%. Es por ello que el nitrógeno disponible habría sido suficiente para el cultivo, sin necesidad de aplicaciones complementarias. Por ello, no se habrían diferenciado los tratamientos orgánico ni químico del testigo.

Los rendimientos promedios esperados por hectárea surgieron de la suma de ambos cortes (Cuadro 9).

Cuadro 9.

Rendimiento por hectárea esperado para un año, del cultivar EMMA INTA.

Tratamiento	Peso fresco medio (kg ha ⁻¹)	Peso seco total (kg ha ⁻¹)	Peso seco material despalillado (kg ha ⁻¹)
EO	2334.38	801.25	500.63
EQ	2156.25	747.50	448.75
ET	2240.63	722.19	460.00

El rendimiento del material despalillado del cultivar EMMA INTA resultó mayor que los encontrados en el trabajo de Orte (2022) para el cultivar Alpa Sumaj. En cambio, Don Bastías presentó valores superiores a los obtenidos en este ensayo (Belladonna, 2022; Orte, 2022). Cabe destacar que el cultivar Don Bastías presentó floración anual, pudiéndose realizar solo un corte. Los valores de material despalillado resultaron inferiores a los determinados para ecotipos mendocino, criollo y compacto en Paunero *et al.* (2009) para la región de 25 de Mayo, La Pampa, y Davidenco (2015) en Capilla de los Remedios, Mendoza. Esto podría indicar que la región presenta menor potencial de producción que otras regiones productivas de orégano.

El Cuadro 10 resume las variables obtenidas de rendimiento en biomasa para el primer ciclo.

Cuadro 10.

Resumen de los valores del ciclo productivo, según el tratamiento.

Tratamiento	PF g pl ⁻¹	PSHyF g pl ⁻¹	PF Kg ha ⁻¹	PSHyF Kg ha ⁻¹
EO	74.70	16.02	2334.38	500.63
EQ	69.00	14.36	2156.25	448.75
ET	71.70	14.72	2240.63	460.00

PF: peso fresco, PSHyF: material despalillado.

Caracterización del aceite esencial

El Cuadro 11 enlista el porcentaje promedio de los compuestos del aceite esencial obtenido, del primer corte.

Cuadro 11.

Porcentaje promedio de los principales compuestos del aceite esencial de orégano cv EMMA.

Compuestos	Porcentaje promedio ET	Porcentaje promedio EO	Porcentaje promedio EQ
α -tujeno	1.389	1.55	1.96
α -pineno	0.533	0.60	0.71
sabineno	5.519	6.17	6.66
β -pineno	1.232	1.40	1.59
α -terpineno	4.124	4.57	5.10
p-cimeno	1.975	2.19	2.71
D-limoneno	2.238	2.40	2.70
cis- β -ocimeno	0.168	0.93	0.75
trans- β -ocimeno	9.954	10.68	11.02
γ -terpineno	3.781	3.75	3.79
trans hidrato de sabineno	1.011	1.25	1.37
terpinoleno	21.880	20.66	18.84
trans-p-ment-2-en-1-ol	0.799	0.90	0.95
terpinen-4-ol	10.813	11.50	10.69
α -terpineol	2.111	2.07	1.99
timol metil éter	6.609	6.64	6.72
isotimol metil éter	1.272	1.40	1.15
acetato de linalilo	0.299	0.83	0.74
carvacrol	18.945	17.32	15.73
trans-cariofileno	2.661	2.62	2.76
germacreno D	0.779	0.77	0.80
α -curcumene	0.618	0.78	0.69
β -bisaboleno	1.228	1.16	1.19
espatulenol	0.028	0.00	0.28

Los compuestos principales detectados por el análisis por CG-EM, y resaltados en el Cuadro 11, para los tres tratamientos fueron trans- β -ocimeno, terpinoleno, terpinen-4-ol y carvacrol. Las diferencias entre los compuestos según el tratamiento no fueron significativas ($p > 0.05$). Los grupos funcionales predominantes se correspondieron con monoterpenos hidrocarbonados y terpenos aromáticos del tipo del fenol.

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 (Ciancaglini, 2020). En comparación con los valores encontrados para el cv Alpa Sumaj, EMMA presentó mayores porcentajes de carvacrol e inferiores de timol. Esta tendencia se repitió al cotejar los datos con el cv Don Bastías, donde se destacó el timol, el γ -terpineno, el terpinenol, el trans-p-ment-2-en-1-ol y el α -terpineno (Orte, 2022).

Debido a la predominancia de compuestos fenólicos como el carvacrol y mono terpenos hidrocarbonados, el aceite esencial del cv. EMMA INTA presentó potencial para ser utilizado como antimicrobiano y antifúngico.

CONCLUSIONES

El cultivar EMMA INTA presentó buena aptitud productiva para el sudoeste bonaerense. Con potencial para efectuar hasta tres cortes, el cultivo acumuló abundante materia seca, con valores cercanos a los obtenidos en la región.

La rusticidad de la variedad fue comprobada; no se observaron plagas y enfermedades dentro del lote que disminuyeran el rendimiento y la calidad del aceite. La bibliografía menciona la susceptibilidad del orégano a los nematodos del suelo, por lo que debe asegurarse un sustrato inocuo para favorecer el trasplante y la supervivencia de las matas. Se sugiere evitar lotes con síntomas de nematodos y realizar análisis de suelo.

Los meses de mayor demanda hídrica del cultivo se correspondieron con los meses de mayor temperatura en la región. Es por ello que la aplicación del riego resultó decisiva para la obtención de rendimientos similares a los potenciales. El riego por goteo fue una alternativa óptima para aumentar la eficiencia en el uso del agua y favorecer el crecimiento del cultivo y no de plantas espontáneas que pudieran competir. Esta decisión, sumada al uso del mulching plástico, disminuyeron las tareas de limpieza dentro de los bordes. Las malezas pudieron ser fácilmente removidas con asada entre las líneas.

Al no haberse detectado diferencias significativas en la biomasa aérea producida entre los tratamientos químico y orgánico, se recomienda la fertilización orgánica. El posible valor agregado de obtener un producto orgánico certificado, además de la preferencia cada vez mayor de los consumidores de elegir producciones sostenibles y amigables con el medio ambiente, posicionan la producción orgánica de orégano como una alternativa viable para el sudoeste bonaerense.

La composición química del cultivar demostró que, el aceite esencial tiene potencial para ser estudiado como antimicrobiano y antifúngico. La predominancia de monoterpenos oxigenados como el carvacrol y el terpinenol y compuestos fenólicos, posicionan a esta variedad como una alternativa para la conservación en la industria alimenticia, y para ser utilizado en tratamientos fitoterapéuticos. Existen numerosos trabajos que proponen el control de patógenos de los géneros *Aspergillus*, *Sclerotinia* y *Penicillium* mediante este compuesto. Debe continuarse con la elaboración de metodologías de aplicación, para promocionar el control biológico de estos fitopatógenos utilizando aceites esenciales.

Es fundamental complementar el estudio con un análisis técnico económico, para poder ofrecerles a los productores de la zona una opción rentable para complementar sus producciones. El valor agregado del aceite esencial, y el mercado en aumento, posicionan a esta actividad como otra estrategia para la permanencia de los productores en el campo. Debido a que se requiere mucha biomasa para obtener el aceite esencial, el cultivo tiene potencial para promover la agrupación de productores en cooperativas y así poder comercializarlo con mayor facilidad en el mercado. La formación de espacios conjuntos de trabajo promueve el arraigo rural, disminuye el riesgo de producción y favorece el reparto de los costos de producción, los cuales pueden ser elevados para un solo productor. Ya existen en el sudoeste bonaerense casos similares, los cuales demuestran que el cultivo de aromáticas, especialmente de orégano, tienen un gran potencial para la economía regional.

Se sugiere continuar evaluando los cultivares registrados en la región y poder realizar comparaciones entre ellos de los parámetros productivos, a fin de generar herramientas productivas específicas para la zona. La generación de conocimiento local permitirá promover aquellos cultivares que mejor se adapten a las condiciones edafoclimáticas y a las necesidades del productor.

BIBLIOGRAFÍA

AACREA (2006). Agroalimentos Argentinos II: Aromáticas.

Acevedo, D; Navarro, M; Monroy, L. (2012). Composición química del aceite esencial de hojas de orégano (*Origanum vulgare*). En: Información Tecnológica. Vol 24, tomo 4, pp 43-48. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cartagena. Cartagena.

Arguello JA., Nuñez SB., Davidenco V., Suarez DA., Seisdodos L., Baigorria MC., La Porta N., Ruiz G., Yossen V. 2012. Sistema de producción y cadena de valor del cultivo de Orégano (*Origanum sp.*) en la Provincia de Córdoba (Argentina). OYTON, Revista internacional de botánica experimental. Fundación Romulo Raggio.

Armadio, C, et al. (2011). Aceite esencial de orégano: un potencial aditivo alimentario. En: Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Año 2011. Vol 43, pp 237 -245.

Asensio, C. M., Nepote, V. y Grosso, N. R. 2011. Chemical Stability of Extra-Virgin Olive Oil Added with Oregano Essential Oil. Journal of Food Science. 76. 445-S450

Azizi, A.; Yan, F.; Honermeier, B. (2009). Herbage yield, essential oil content and composition of three orégano (*Origanum vulgare L.*) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. Industrial Crops and Products. 29. 554-561. 10.1016/j.indcrop.2008.11.001.

Belladonna, D. (2022). Evaluación de enmiendas orgánicas sobre la productividad, contenido y calidad de aceites esenciales en producción biológica de dos cultivares de orégano europeo (*Origanum vulgare*). Tesis de magíster. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

Benelli G; Bedini S; Flamini G; Cosci F; Cioni P; Amira S; Benchikh F; Laouer H; Di Giuseppe G; Conti B.(2015) Mediterranean essential oils as effective weapons

against the West Nile vector *Culex pipiens* and the Echinostoma intermediate host *Physella acuta*: what happens around? An acute toxicity.

Berti, M; Vogel, H. (2003). Como producir y procesar plantas aromáticas y medicinales de calidad. Fundación para la innovación agraria. Santiago de Chile.

Burgos, Á. M., Schroeder, M. A., & Cañete García, M. A. (2016). Producción de orégano (*Origanum sp*) con fertilización nitrogenada en suelos arenosos de Corrientes. Agrotecnia: REBIOS, 2016, no. 24, p. 5-10.
<http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/31950>

Cáceres, M. B., & Rozo, V. F. (2005). Estudio de la calidad de aceites esenciales de orégano, tomillo y romero cultivados en Severino (El Carmen, Jujuy) recolectados en invierno y primavera. Revista Científica FCA 2021; 14 (1): 7 – 18.

Cameroni, María Gimena. 2013. Ficha Técnica de Orégano “*Origanum vulgare*”. Subsecretaria de Agregado de Valor y Nuevas Tecnologías. Dirección de Agroalimentos. Área de Sectores Alimentarios.

Camiletti, B. X. (2018). Estrategias de manejo de *Aspergillus flavus* y *Penicillium spp* para la reducción de los niveles de micotoxinas en maíz. Tesis doctoral. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6043>

Campo, A.M; Ramos, M. B.; Zapperi, P.A. (2009). Análisis de las variaciones anuales de precipitación en el Suroeste bonaerense, Argentina. Universidad Nacional del Sur. CONICET. Bahía Blanca.

Cano Ortiz, A y Martínez Lombardo, MC. 2009. Cultivo de plantas medicinales en la Provincia de Jaén. Boletín del Instituto de Estudios Giennense, julio-diciembre, N°200: 195-230

Carrasco J., J., Squella N., F., Riquelme S., J., Hirzel C., J., & Uribe C., H. (2012). Técnicas de conservación de suelos, agua, y vegetación en territorios degradados. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/8593>

Cartuccia, Gimena. 2021. Evaluación de cuatro especies aromáticas (*Lavandula sp.*, *Rosmarinus officinalis*, *Melissa officinalis* y *Artemisia absinthium*) en el marco de la Red de Cultivos Aromáticos del Sudoeste Bonaerense. Sitio Napostá. Ciclo 2018-2019. Trabajo final de intensificación. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca

Cátedra de Agrometeorología. (n.d.). Retrieved from <https://agrometeorologia.criba.edu.ar/climatologia.htm>

Cerpa Chávez, M.G. (2007). Hidrodestilación de aceites esenciales: modelado y caracterización. Universidad de Valladolid, Facultad de Ciencias. España.

Ciancaglini, L. N. (2020). Producción orgánica en distintas condiciones edáficas de orégano europeo (*Origanum vulgare*) cv. Alpa Sumaj irrigado con aguas residuales de la industria frigorífica en la localidad de Cabildo. Trabajo final de intensificación. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina.

Cibanal, I. L. (2023). Estudio del extracto de propóleos y del aceite esencial de orégano para el control de fitopatógenos de importancia en la producción hortícola. Tesis de doctorado en agronomía. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

Cibanal, I. L., Fernández, L. A., Murray, A. P., Pellegrini, C. N., & Gallez, L. M. (2021). Propolis extract and oregano essential oil as biofungicides for garlic seed cloves: In vitro assays and synergistic interaction against *Penicillium allii*. *Journal of Applied Microbiology*, 131(4), 1909-1918. <https://doi.org/10.1111/jam.15081>

Código Alimentario Argentino (CAA). Artículo 821 - Resolución Conjunta SPReI N° 169/2013 y SAGyP N° 230/2013

Código Alimentario Argentino (CAA). Artículo 824 - Resolución Conjunta SPReI N° 169/2013 y SAGyP N° 230/2013)

Código Alimentario Argentino (CAA). Art 1226 - Res. Conj. 48/2008 SPReI y 147/2008 SAGPyA

Corzo, A. (2019). Técnicas de análisis en Química Orgánica: cromatografía. Cátedra de Química orgánica y Biológica / - 1a ed . - Santiago del Estero. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales. Libro digital.

Cussianovich, P., & Agricultura (IICA). (2001). *Una aproximación a la agricultura orgánica*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/19710>

Dambolena, J. S., Zunino, M. P., Lucini, E. I., Olmedo, R., Banchio, E., Bima, P. J. & Zygadlo, J. A. (2010). Total phenolic content, radical scavenging properties, and essential oil composition of *Origanum* species from different populations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 1115-1120.

Davidenco, V. (2015). *Aspectos ecofisiológicos que determinan la productividad de ecotipos de orégano (Origanum vulgare ssp.) de arquitectura contrastante* [doctoralThesis]. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1774>

Davidenco, V; Vega, C.; Arguello, J. A. (2012). Respuesta fotoperiódica en *Origanum vulgare ssp. vulgare* y *ssp. hirtum* Ietsw.: impacto sobre su desarrollo y crecimiento. En: Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Año 2012. Vol 12, pp 1-12.

Di Paola, M. M. (2006). Un modelo de producción de aromáticas. En: Apuntes agroeconómicos. Año 4, vol. 5. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Espósito, M. E.; Belladonna, D.; Martínez, A. A.; Baccini J. P. (2020). Producciones alternativas: Aromáticas en el sudoeste bonaerense. En: Revista Agro UNS. Vol. 33, p 14-17.

Estudio del Mercado Regional e Internacional de Plantas Medicinales e Insumos para Fitoterápicos. FIDA / UNOPS. Equipos Mori Consultores Asociados. Junio de 2006

FAO. (2001). Codex Alimentarius - Alimentos Producidos Orgánicamente. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Roma. Disponible en: <https://www.fao.org/3/Y2772S/y2772s00.htm#Contents>

FAO. (s. f.). *Manual Cropwat PDF | PDF | Evapotranspiración | Precipitación*. Recuperado 30 de noviembre de 2023, de <https://fr.scribd.com/document/229286125/Manual-Cropwat-pdf>

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.

Fernández, J. A., Ayastuy, M. E., Belladonna, D. P., Comezana, M. M., Contreras, J., de Maria Mourão, I., Orden, L., & Rodríguez, R. A. (2022). Current Trends in Organic Vegetable Crop Production: Practices and Techniques. *Horticulturae*, 8(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100893>

Fernandez, S.; Videla, A.V.; Poggi, L.; Pontin, M.. (2021). Nuevas variedades de orégano: caracterización en rendimiento y calidad. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura.

Franco, L. R. 2020. Caracterización agroclimática de especies aromáticas - medicinales bajo riego en el sur de la provincia de Buenos Aires. Trabajo final de

intensificación. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina.

Fretes, F. (2010). Plantas medicinales y aromáticas. Una alternativa de producción comercial. USAID Paraguay Vende. Asunción.

Fuentes, B.V., Balsamo, M., Galli, M.C., Guariniello, J., Jaldo, A.M., Risso, O.A., Nagahama, N., Mazzoni, A. (2022). Caracterización de consumidores de plantas aromáticas medicinales en Argentina. *Horticultura Argentina* 41 (104): 175-188.

Gonzalez Martinez, P. I. (2005). Los dilemas de la producción agrícola en el mundo ¿Es la producción orgánica un modelo viable? Trabajo de intensificación. Departamento de Relaciones Internacionales e Historia. Escuela de Ciencias Sociales, Universidad de las Américas Puebla. Puebla.

Gros, A. y Domínguez, A. (1986). *Abonos, Guía Práctica de la Fertilización*. 8ª ed. Mundi Prensa. Madrid.

Gros, A y Domínguez, A., (1992). *Abonos guía práctica de la fertilización*. 8va. Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 450 p.

INIA. (2004). Estudios en domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas. Serie FPTA INIA. Canelones.

IFOAM. (2023). How The Four Principles of Organic Can Be a Sustainable Solution to Global Food Crises. *Organic Without Boundaries*. <https://www.organicwithoutboundaries.bio/2023/10/30/how-the-four-principles-of-organic-can-be-a-sustainable-solution-to-global-food-crises/>

Jensen, Henning & Fabricius, Vibeke & Schjoerring, Jan. (2001). Regrowth and Nutrient Composition of Different Plant Organs in Grass-clover Canopies as Affected by Phosphorus and Potassium Availability. *Annals of Botany - ANN BOT*. 88. 153-162. 10.1006/anbo.2001.1446.

Lanfranconi, L. E. (2003). I Jornadas de plantas aromáticas y medicinales. En: Boletín nº 6. INTA Ediciones. Oncativo.

Lanfranconi, L. E. (2019). Jornadas de aromáticas del Valle de Traslasierra. En: Boletín nº 9. INTA Ediciones. Oncativo.

Laurlund, C. I. (2021). Caracterización agroclimática de tres materiales de Orégano (*Origanum sp.*) bajo riego en el sur de la provincia de Buenos Aires. Trabajo final de intensificación. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina.

Lipinski, V.M.; Bauzá, P.; Baglio, C.; Vignoni, L.; Amadio, C.; Gaviola, S. y Bastias, J.F. (2010). Rendimiento y calidad de orégano cultivado con riego por goteo. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario, Argentina. Resumen 419. Pág 132.

Lugaro, T. (2022). Caracterización climática de los vientos en Argentina a partir de datos observados y satelitales. Trabajo final de intensificación. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

MAPO (2023). ¿Qué es la producción orgánica?. Retrieved from <https://mapo.org.ar/que-es-la-produccion-organica/>

Martinez, P. I. G. (2005). *Los dilemas de la producción agrícola en el mundo. Es la producción orgánica un modelo viable.* http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/gonzalez_m_pi/

Minguet Pla, J. S. (2006). Plantas aromáticas y medicinales. En: Dossier técnico, n. 13. Dirección general de producción, innovación e industrias agroalimentarias. Departamento de Agricultura, Alimentación y Acción Rural de la Generalitat de Catalunya. Catalunya.

Mohaded C.B et al. (2019). Perfil químico del aceite esencial de *Origanum vulgare* cultivado en el departamento Capayán, provincia de Catamarca. II Jornadas de Divulgación Científica y Técnica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca. pp 65-66

Morábito, J.; Hernández, R; Salatino,S; Mirábile,C. (2005) Cálculo de las necesidades de riego de los principales cultivos del oasis Sur. Mendoza. Argentina.

Moreno, C., Curzel, H., Mariconda, L., & Biec, M. (2014). Secado solar, valor agregado para pequeños productores de Orégano en el Alto Valle de Río Negro, Argentina. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 15(1), 106-114.

Orell, R y Martinez, I. (2010). Evaluación de cuatro tipos de orégano (*Origanum vulgare L.*) en Campo Demostrativo Encalilla, Valles Calchaquíes, Tucumán. Libro de resúmenes de Aromáticas y Floricultura - XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario, Argentina. Resumen 406. Pág 129

Orte, T. (2022). Evaluación de dos materiales de orégano europeo (*Origanum vulgare*), romero (*Rosmarinus officinalis*), ajeno (*Artemisia absinthium*) y melisa (*Melissa officinalis*), en el marco de la Red de cultivos aromáticos del sudoeste bonaerense. Sitio Cabildo. Ciclo 2018-2019. Trabajo de intensificación. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

Paoloni, J (2010). Ambiente y recursos naturales del partido de Bahía Blanca: clima, geomorfología, suelos y aguas. EdiUNS. Bahía Blanca. 235 pp.

Paunero, I.E. (2016). Principales problemas del productor de aromáticas extensivas de la región pampeana. INTA San Pedro. pp 2- 4.

Paunero I.E., Gil A., Huarte A., van Baren C. 2009. Comportamiento productivo de tres genotipos de orégano cultivados en la localidad de San Pedro, Buenos Aires: materia seca y aceite esencial. EEA San Pedro.

Paunero, I. E. (2020). Producción de aromáticas y medicinales en Argentina. Una contribución al arraigo de las comunidades. *Agropost*, Numero 170

Paunero, I. E.; Spotorno, V. G. (2020). Plataformas tecnológicas y comerciales para aromáticas cultivadas, nativas y medicinales. Ediciones INTA. Buenos Aires.

Quiroga, P. R. (2013). Evaluación de aceites esenciales y monoterpenos como agentes conservantes de las propiedades químicas y sensoriales de los alimentos. Tesis doctoral. Escuela para Graduados. Facultad de ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Ramírez, R. A., Montiel, V. Á., & Peña, M. A. V. (2011). Programa Cropwat Para Planeación Y Manejo Del Recurso Hídrico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(2), 179-195.

Rodriguez Villegas, A. J. (2022). Sistema de riego por goteo y fertirriego automatizado con Sensores de humedad y telemetría para Maíz (*Zea mays*). Trabajo final de intensificación. Universidad Técnica Nacional. Sede Guancaste. Cañas. Mexico.

Rojo, M. (2012). Producción y mercado de aromáticas. Informe final. Consejo federal de inversiones de La Pampa. Santa Rosa.

Rouquaud, E.; Videla, M. E. (2000) "Orégano de Mendoza (Argentina): ". En: *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, Vol. 32, no. 1, p. 23-32. Dirección URL del artículo: <https://bdigital.uncu.edu.ar/11064>. Fecha de consulta del artículo: 01/12/23.

Rouquaud, Elena; Videla, María Eugenia (2001) Identificación de orégano mediante caracteres anatómicos foliares: En: Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Vol. 33, no 2, p. 97-104.

Ruberto, G. & Baratta, M. T. (2000). Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. Food Chemistry 69: 167-174.

Santillan, L. C; Schieda C. S; Vicente, A. (2011). Proyecto de inversión. Desarrollo de orégano deshidratado. Trabajo de intensificación. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Pampa. Santa Rosa.

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). (2022). Situación de la Producción Orgánica en Argentina durante el año 2022. Disponible en: <https://shorturl.at/oIZ58>

Suarez, D. A. (2013). Cadena agroalimentaria del orégano y otras aromáticas en el Valle de Traslasierra. Lineamientos estratégicos para su desarrollo competitivo (Provincia de Córdoba). Tesis de máster. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba. Córdoba.

Torres, L. E. (2011). Caracterización y evaluación de genotipos de orégano cultivados en las principales zonas de producción de Argentina. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.

The World Bank. (2023). Agricultura y alimentos. Retrieved from <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview>

Trade Map. (2023). Lista de importadores y exportadores de productos 0910 y 1211 para el Mercosur. Disponible en: <https://shorturl.at/bitwV>

UIA. (2007). Debilidades y Desafíos tecnológicos del Sector Productivo. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en la web: <https://shorturl.at/ejpI6>

Vázquez, M.E (2008). Capacitación para la recuperación de suelos degradados de pequeños productores del cinturón hortícola del Gran La Plata : valoración del problemas y estrategias correctivas / - 1a ed. - La Plata. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. XLI Congreso Argentino de Horticultura. La Plata, Argentina. p 64.

ANEXO



LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD "DR. ALBERTO GRAFFIGNA"
FUNDACIÓN MONSEÑOR FRANCISCO MANFREDI
 Facultad de Ciencias de la Alimentación, Bioquímicas y Farmacéuticas

RPO 01-09 Rev. A 31/10/12

<i>Muestra presentada por</i>		<i>Determinación requerida</i>	
SAPHU		Análisis fisicoquímico	
<i>Fecha de recepción de muestra</i>	25/04/2019.-	<i>Tipo de muestra</i>	Fertilizante orgánico
<i>Extraída por</i>	<i>El solicitante</i>		

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

<i>Denominación de la muestra</i>	Enmienda orgánica Hampi
<i>Rótulo Interno</i>	48678

<i>Determinaciones realizadas</i>	<i>Resultados</i>
Materia orgánica en base seca²	40,46 %
Potasio en base seca³	22,58 g/100g
Ácidos Húmicos base seca⁴	12,69 %
Ácidos Fúlvicos base seca⁴	6,71 %

Metodologías Analíticas:

- 1.- Método de secado hasta peso constante
- 2.-Método de calcinación
- 3.-Método Espectroscopía de Absorción Atómica
- 4.-Método Extracción alcalina y precipitación salina tritrimétrica

1. *Los resultados se refieren exclusivamente a la muestra recibida y analizada,*
2. *El LCC no se hace responsable por el origen y denominación de la muestra que le ha sido confiada al análisis; salvo que la misma haya sido obtenida por personal calificado de éste Laboratorio,*
3. *En la realización de las tareas solicitadas, el LCC no admitirá la presencia de personal ajeno al mismo.*

SAN JUAN, 30 de mayo de 2019.-

Lic. Silvana L. Caputo

Dr. Diego Kassuha

PROGRAMA DE RIEGO UTILIZADO

Aforo: 600 mL h⁻¹

Tabla 1.

Fecha	Cantidad de días	Detalles	Frecuencia de riego (días/semana)	Horas/día	Total (mL)	Total (h)
12/9 al 19/9	7	mar jueves y sábados 6 a 8	3	2	3600	6
20/9 al 02/01	104	mar jueves y sábados 19 a 20	3	1	26742,9	45
02/01 al 25/01	23	mar jueves y sábados 18 a 20	3	2	11828,6	18
25/01 al 14/02	20	mar jueves y sábados 18 a 21	3	3	15428,6	27
14/02 al 28/02	14	todos los días	7	2	117600	28
Total aplicado					175200	124

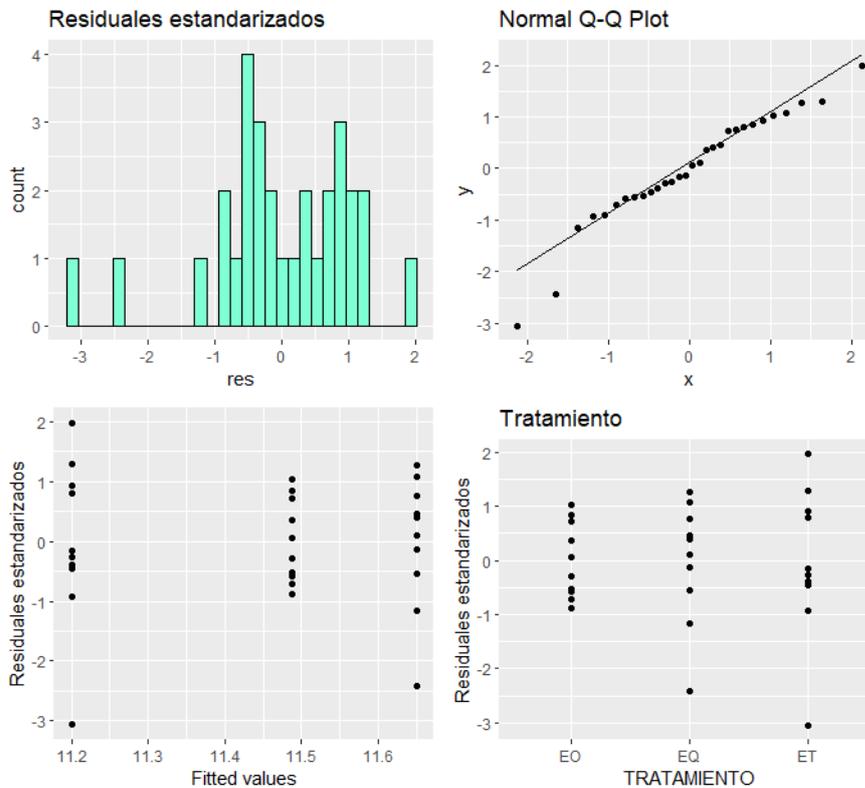


Figura 1. Gráficos que corroboran las hipótesis del test ANOVA realizado para el diámetro de mata del primer ciclo.