

Trabajo final de intensificación

**Caracterización agroclimática de tres materiales de
Orégano (*Origanum sp.*) bajo riego en el sur de la
provincia de Buenos Aires.**



Alumna

Laurlund, Celina Inés

Docente tutor

Dr. Espósito, Martín

Docentes consejeros

Dr. Rodríguez, Roberto – Mg. Ayastuy, Edurne

Asesor externo

Ing. Agr. Belladonna, Damián

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur,
Bahía Blanca, 2021.

Índice general

Agradecimientos	5
Resumen.....	6
Introducción.....	7
Plantas aromáticas y medicinales	7
Historia	7
Mercado mundial.....	8
Mercado nacional.....	9
Mercado regional	9
Orégano.....	10
Orégano “Don Bastías”, <i>Origanum vulgare</i> cv. Don Bastías	11
Orégano “Sumalao”, <i>Origanum vulgare</i> ecotipo Sumalao	12
Orégano “Alpa Sumaj”, <i>Origanum vulgare</i> cv. Alpa Sumaj.....	13
Mercado del orégano.....	14
Usos.....	15
Esencia o aceite esencial.....	15
Aromáticas en la región	16
Objetivos	17
Objetivo general.....	17
Objetivos particulares	17
Materiales y métodos	18
Localización	18
Clima.....	18
Historia y preparación del lote.....	19
Cultivo e instalación de las parcelas experimentales.....	19
Equipo de riego	21
Determinación del requerimiento hídrico para el cultivo.....	21
Desarrollo de los cultivos	22
Cosecha del material, acondicionamiento y aceite esencial.....	22
Resultados y discusión	24
Datos meteorológicos durante el periodo estudiado	24
Análisis de suelo	25
Análisis de agua.....	26
Establecimiento y crecimiento de los cultivares de orégano.....	27

Estimación de la necesidad hídrica del cultivo.....	28
Rendimiento en biomasa aérea de los cultivares de orégano	29
Caracterización de los aceites esenciales de los cultivares y ecotipo de orégano	31
Conclusiones	34

Índice de figuras

Figura 1. Orégano “Don Bastías”	12
Figura 2. Orégano “Sumalao”	13
Figura 3. Orégano “Alpa Sumaj”	14
Figura 4. Imagen satelital del campo Napostá donde se ubican las parcelas.....	18
Figura 5. Preparación del suelo.....	19
Figura 6. Instalación del riego.....	20
Figura 7. Acolchado de polietileno.....	20
Figura 8. Equipo de hidrodestilación funcionando.....	23
Figura 9. Precipitaciones medias mensuales, periodo 1961/2018.....	25
Figura 10. Curva de Kc para el cultivo de orégano.....	28
Figura 11. Valores de rendimientos considerando solo el primer corte.....	30
Figura 12. Valores de rendimientos considerando solo el segundo corte.....	30
Figura 13. Valores de rendimiento total de material despalillado obtenidos por especie.....	31

Índice de tablas

Tabla 1. Datos meteorológicos durante el periodo estudiado.....	24
Tabla 2. Composición mineralógica del suelo en estudio.....	25
Tabla 3. Valores de parámetros para determinar fertilidad del suelo en estudio.....	26
Tabla 4. Valores de los aniones importantes y otros parámetros de análisis.....	26
Tabla 5. Valores de contenido de RAS, C.E. y algunos minerales.....	26

Tabla 6. Clasificación del agua según su dureza.....	27
Tabla 7. Porcentaje de implantación de las distintas variedades.....	27
Tabla 8. Altura de los cultivos en el/los momento/s de corte.....	28
Tabla 9. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 con los siguientes parámetros: Evapotranspiración del cultivo de orégano (ETc), Precipitación efectiva (Prec. Efec) y Requerimientos neto de agua (Req. Riego).....	29
Tabla 10. Cantidades en porcentaje (%) de cada uno de los compuestos del aceite esencial de cada especie.....	31

Agradecimientos

A mis padres, que me inculcaron el valor y la importancia de estudiar, me dieron la posibilidad de hacerlo y estuvieron pacientemente a mi lado en cada momento de mi carrera, tropiezos y alegrías.

A Nicolás e Ignacio, que nunca dejaron de creer en mí y me incentivaron en todo momento.

A Matías, sin su apoyo diario, su paciencia y su confianza en mí hubiera sido muy difícil lograrlo.

A Florencia y Maitena, que siempre estuvieron presentes y motivándome en cada paso que di.

A mis abuelos que nunca dejaron de destacarme lo afortunada que soy de poder estudiar, y en una universidad pública.

A toda mi familia que siempre estuvo a mi lado. A mis amistades de Agronomía, de handball UNS y de la escuela, fueron fundamentales para concretar mi paso por la universidad.

A Esposito Martín, por aceptar ser mi tutor en este trabajo, por su buena predisposición siempre, por su tiempo y por ser comprensivo en cada momento.

A Belladonna Damián, por darme la posibilidad de descubrir este hermoso mundo de las plantas aromáticas, por su buena voluntad y por brindarme sus conocimientos, tiempo y vocación.

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

A la Universidad Nacional del Sur, al Departamento de Agronomía y a Deporte UNS, por darme la posibilidad de ser parte de ellos y de poder formarme como profesional.

Resumen

Las plantas aromáticas han ocupado un papel muy importante en la vida de los humanos desde hace muchos años, en diferentes épocas y culturas han sido utilizadas en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades. Estas plantas también han sido importantes en la historia del hombre por sus propiedades culinarias, que otorgan a los platos de comida un sabor único. La producción de especies aromáticas en Argentina tuvo un incremento positivo en los últimos años. La superficie cultivada se desarrolla en varios sectores del territorio, siendo las regiones más representativas el NOA, NEA, Cuyo y Córdoba. En este trabajo se estudió la adaptación agroclimática en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires de tres materiales de orégano europeo: *Origanum vulgare* cv. Don Bastías “Don Bastías”, *Origanum vulgare* ecotipo Sumalao “Sumalao” y *Origanum vulgare* cv. Alpa Sumaj “Alpa Sumaj”, donde se determinaron parámetros como fenología, requerimientos hídricos de la especie, rendimientos de producción de material fresco y material seco y seguimiento de enfermedades y/o plagas. También se evaluó la producción de aceite esencial y se caracterizaron químicamente los mismos mediante CG-EM, donde se lograron identificar 30 compuestos. Para las condiciones climáticas de la zona de Bahía Blanca los cultivos tuvieron muy buena adaptación y desarrollo, destacándose la variedad Alpa Sumaj.

Introducción

Este estudio forma parte de una red de ensayos de cultivos de aromáticas y medicinales en el marco de un Proyecto de Vinculación Tecnológica promovido por la Secretaria 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 de la región, a fin de fomentar la superficie y productividad de cultivos de aromáticas como una posible alternativa de complementar y diversificar la actividad agropecuaria. El estudio se realizó en las localidades de Tornquist, Coronel Suárez, Hilario Ascasubi, Napostá, Pehuen C6 y Punta Alta.

Plantas aromáticas y medicinales

Las plantas medicinales son aquellos vegetales que elaboran productos llamados principios activos, que son sustancias que ejercen una acción farmacológica, beneficiosa o perjudicial sobre el organismo vivo. Su utilidad primordial, a veces específica, es servir como droga o medicamento que alivie la enfermedad o restablezca la salud perdida; es decir, que tienden a disminuir o neutralizar el desequilibrio orgánico que es la enfermedad (Muñoz, 1996).

Las aromáticas son plantas medicinales cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente, por esencias. El hombre usó esta flora inicialmente guiado por su instinto, imitando a los animales. Luego pasó a aplicarlas empíricamente, para más tarde hacerlo de forma racional, conociendo sus propiedades terapéuticas de forma progresiva, dados los avances tecnológicos en química analítica (Muñoz, 1996).

Historia

Las hierbas aromáticas y especias son importantes en la historia, tanto por sus propiedades curativas como culinarias. El primer indicio de utilización de especias aromáticas fue durante la edad de fuego, cuando el hombre utilizaba ramas de determinadas especies para la cocción de sus alimentos. Los humos aromáticos surgían a partir de la combustión de los aceites esenciales que estas plantas poseen. Las primeras aplicaciones en alimentación aparecen con la edad de hierro y bronce, cuando se inicia la utilización de cenizas en la cocción de alimentos. También durante esta época comienza el empleo de hierbas aromáticas con fines medicinales, aplicando las mismas cenizas en heridas y zonas traumatizadas. Recién promediando la edad media, los alquimistas y médicos de aquella época encuentran la forma de destilar las distintas plantas (Cameroni, 2012).

Los egipcios y los babilonios utilizaron mucho las plantas aromáticas para la creación de los primeros jardines, en los que se cultivaban especies aromáticas para ser empleadas en cocina o para la preparación de ungüentos y aceites cosméticos. El

primer antecedente sobre el cultivo de aromáticas y medicinales se remonta a 3000 años a.C en China, donde se producen éstas plantas para consumo y como moneda de intercambio con otros pueblos. Los egipcios en 2300 años a.C cultivaban ciertas hierbas y traían muchas otras de sus expediciones, es así como se encuentran entre sus antecedentes líquidos perfumados, antisépticos y muchas sustancias que empleaban en el embalsamiento de sus momias (Cameroni, 2012).

De los libros muy antiguos se han recopilado mucha información sobre plantas y su poder curativo. Se dice que los dos primeros libros que fueron editados son la biblia y los de hierbas curativas, ofreciendo salvación del cuerpo y alma; eran tan divulgados en aquel tiempo que en cada casa se los hallaba. El gran poder curativo de las plantas era muy grande en la antigüedad, cada especie vegetal que curaba tenía un puesto de privilegio en la historia (Montalván, 2003).

Durante el siglo XIX se prefirieron en cambio alimentos más simples, basados en pocos condimentos. La cocina popular, a causa de la pobreza de la alimentación, necesitaba ser enriquecida con algún perfume, aportando entonces ese toque con hierbas como salvia, coriandro, orégano, romero, menta y tomillo, entre otras. Ya más cerca de nuestros tiempos, plantas medicinales y aromáticas dejan de ser mágicas, e integran un importante grupo que tiene por característica principal la de contener principios activos como alcaloides, esencias, glucósidos, resinas, taninos, minerales, etc. de muy variado empleo.

La historia de las plantas aromáticas la aplicamos en la actualidad, sobre todo para condimentar nuestras comidas y también como infusión. En el ámbito cosmético y de limpieza también prevalecen las aromáticas por su fragancia y distintas propiedades naturales que favorecen el cuidado de la piel y del cabello. A nivel medicinal dejamos en gran medida de utilizarlas, ya que las grandes empresas farmacéuticas dominaron el mercado y la comercialización mundial de medicamentos (Cameroni, 2012).

Mercado mundial

Durante el año 2006 se comercializaron en el mundo más de 2,5 millones de toneladas de hierbas aromáticas. El comercio internacional crece a una tasa sostenida superior al 2% anual. Entre las principales causas encontramos; la demanda de alimentos sin presencia de saborizantes, aditivos y/o conservantes sintéticos, la sustitución de la sal y el azúcar de los alimentos, el auge de las comidas étnicas, entre otros. Los primeros diez países exportadores totalizan el 72% del volumen total y los cinco primeros (China, India, Siria, Canadá e Indonesia), representaron el 60% del volumen comercializado a nivel global (Ministerio de Economía y Producción, 2008).

Con el 0,2% tanto del valor como del volumen total de las exportaciones, Argentina se encuentra en el puesto 39 del ranking exportador. Como importador,

Argentina participó con el 0,3% del volumen comercializado a nivel mundial. De este modo, el análisis macro del sector de hierbas aromáticas y especias revela que nuestro país tiene mayor peso como importador que como exportador de estos productos. La pimienta y el azafrán son los principales productos importados. La pimienta, porque el país no cuenta con clima propicio para cultivarla, y el azafrán de producción todavía muy incipiente (Ministerio de Economía y Producción, 2008).

En el último decenio el volumen de exportación del sector creció en forma sostenida, alcanzando en 2016 casi 11 toneladas representados fundamentalmente por el coriandro y la manzanilla, como los principales productos comercializados (INTA, 2017).

Mercado nacional

El cultivo de plantas aromáticas en Argentina constituye hoy un recurso importante: genera ingresos y empleo local, evitando el éxodo a centros urbanos. En este contexto de pandemia se deben valorar 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 (Paunero, 2020).

Existe una diversidad de especies en una superficie de producción estimada en 20.000 hectáreas, donde la producción de aromáticas y además de especies condimenticias, se localiza en lugares específicos como es en los Valles Calchaquíes de la provincia de Salta, Tucumán y Catamarca con la producción de pimiento para pimentón. En Mendoza y Córdoba se cultiva principalmente orégano, en Catamarca y La Rioja se desarrolla principalmente la producción de comino, en Río Negro se produce lúpulo, en el norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe perejil para deshidratado y en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Entre Ríos, se cultiva coriandro.

A esto se le suma el trabajo de unos 3.500 recolectores de aromáticas con destino a las yerbas compuestas, los amargos y bebidas sin alcohol, que muchas veces por desconocimiento o por falta de control, ponen en riesgo la supervivencia misma de este recurso nativo por una sobre extracción (Paunero, 2020).

Mercado regional

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 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).

Orégano

El nombre orégano proviene del griego *oros* y *gamos*, que significa adorno o alegría de la montaña, hace referencia al aspecto y aroma agradable de esta planta que se empleaba desde la antigüedad como aperitivo amargo, tónico y desinfectante de heridas. La denominación de la especie *vulgare* indica la asiduidad de su presencia en los lugares de origen. Los romanos la consideraban una planta portadora de paz y felicidad, la utilizaban para ornamentar sus casas. Luego fue introducida en Islas Británicas por ellos mismos, durante la conquista (Di Fabio, 2021).

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, humíferos, calcáreos, arcilloso-arenoso e incluso en lugares áridos (Cano Ortiz *et al.* 2009).

Crece en forma espontánea en Europa central, meridional y Asia central. Es relativamente abundante en el Norte de España, donde se encuentra formando rodales o matas aisladas, en las orillas de arroyos o en pendientes soleadas y rocosas (Di Fabio, 2021).

Existen tres métodos usuales de propagación: por acodo, por división de pies y por esquejes (enraizados y sin enraizar); siendo la propagación por esquejes la que más se usa debido a que es fácil de obtener y fácil de instalar en el campo. Para poder calificar la calidad de los esquejes que se van a plantar es muy importante que estos deban obtenerse de plantas provenientes de campos con 2 años de cultivo como mínimo, con un tamaño aproximado de 30-40 cm de altura, buena consistencia: robustas y vigorosas; libres de plagas y enfermedades (Klauer García, 2009).

Es un cultivo de clima templado a templado cálido, siendo bastante tolerante a las heladas y las bajas temperaturas invernales, época durante la cual entra en dormancia, para rebrotar desde la base de la planta cuando las condiciones climáticas son favorables. En condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa el cultivo se desarrolla de manera ideal. Condiciones de alta humedad y temperatura facilitan el desarrollo de problemas fúngicos. Con respecto a la altitud, se desarrolla entre los 100 y 2.500 mts. sobre el nivel del mar (Santillán *et al.* 2011).

Dentro de las enfermedades y o plagas que pueden afectar el desarrollo de la planta de orégano se encuentran; *Alternaria alternata*, *Botrytis cinérea*, *Oidium sp.*, royas y especies del genero *Fusarium*, entre otros (Villena, 2018).

El control está basado en disminuir la humedad del lote y en recolectar el material afectado luego de las cosechas. Ampliar las distancias de siembra y, en caso de no operar las anteriores medidas, aplicar fungicidas de carácter preventivo (Alarcón Restrepo, 2011).

Orégano “Don Bastías”, *Origanum vulgare* cv. Don Bastías

Desde el año 2012 el orégano ha tenido un nuevo cultivar a través de la variedad “Don Bastías” (Figura 1), desarrollada por el INTA y la Universidad Nacional de Córdoba. El cultivo de orégano es tradicional en algunas zonas del país pero su proceso de mejoramiento es reciente (Piccolo, 2012).

La variedad “Don Bastías” ya forma parte del Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas (INASE). En el año 2006, a raíz de un proyecto de alcance nacional del INTA, que tenía como objetivo ser “Base para el Mejoramiento de la Producción y la Calidad el Orégano de Consumo Interno y de Exportación”, entre La Consulta Mendoza y la Facultad de Cs. Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba se trabajó para establecer un conjunto de descriptores requeridos por el INASE para definir un orégano que no había sido caracterizado todavía en el país. El camino seguido para la elección de los descriptores fue su estabilidad, considerando hábito de crecimiento de la planta (erecto o rastrero), momento de floración, tipo de inflorescencia, color de flores, color de tallo, color de la hoja, producción de aceite esencial (Piccolo, 2012).

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).



Figura 1. Orégano “Don Bastías”.

Orégano “Sumalao”, *Origanum vulgare* ecotipo Sumalao

Es una planta arbustiva con tallos leñosos muy ramificados, alcanza una altura variable entre 40 y 60 cm, formando matas compactas. Sus hojas son redondeadas a estrechamente lanceoladas, opuestas, enteras, más o menos coriáceas, glabras, más claras en el envés y de margen revuelto. Las flores se hallan dispuestas en verticilos, protegidas por una bráctea ovado-aguda y reunidas en tirsos terminales, el cáliz es estrechamente tubuloso de 5 a 6 mm de largo por 1,5 de ancho, la corola es azul-violácea de tamaño algo mayor que el cáliz (Figura 2). Las semillas son pequeñas y de color oscuro. Las hojas y las flores son muy aromáticas, sobre todo estas últimas (Pérez Pizarro, 2019).

Clima templado y seco con excelente luminosidad son condiciones necesarias para la buena producción. Lluvias durante el periodo de crecimiento en la primavera y una gran luminosidad y sequía durante el comienzo del verano son condiciones climáticas sumamente beneficiosas. Es una especie xerófila muy rústica, cuyo crecimiento y rendimiento se ven favorecidos en suelos con adecuado contenido de calcio. Los terrenos húmedos dificultan su crecimiento y la hacen propensa a enfermedades de las raíces (Pérez Pizarro, 2019).

La principal forma de multiplicación es por medio de división de matas, es el método más empleado porque permite una producción organizada, una adecuada selección de pies y una producción de calidad homogénea. La cosecha, en términos generales, se realiza desde diciembre hasta febrero, debe comenzarse cuando el 50% de las flores estén completamente abiertas (floración plena), cortando lo más alto posible para no dañar las plantas y solamente convendrá cosechar con tiempo seco y nunca después de lluvia (Pérez Pizarro, 2019).



Figura 2. Orégano "Sumalao".

Orégano "Alpa Sumaj", *Origanum vulgare* cv. Alpa Sumaj

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 (Figura 3). 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).



Figura 3. Orégano “Alpa Sumaj”.

Mercado del orégano

La situación del mercado mundial del orégano en 2010 estaba alrededor de las 60.000 toneladas, equivalentes a 34.000 hectáreas, sin considerar la producción de producto fresco o congelado que se destina a producción de aceites esenciales y oleorresinas (Fretes, 2010).

El orégano representa el 7% del volumen exportado de los principales productos aromáticos de Argentina y es la especie de mayor relevancia en cuanto a superficie cultivada y rendimientos económicos. A nivel nacional, Córdoba ocupa el segundo lugar en importancia en superficie cultivada con orégano, luego de la provincia de Mendoza que representa aproximadamente el 85% de la superficie en Argentina (Cameroni, 2010; Arguello *et al.* 2012).

En la región de Córdoba, este cultivo se encuentra en manos de pequeños productores, tratándose en su mayoría de emprendimientos familiares; en general, trabaja el grupo familiar y se contrata mano de obra de la región principalmente para tareas de plantación y cosecha. 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 (Arguello *et al.* 2012; Cameroni, 2013).

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 la región cordobesa (4.000 kg ha^{-1} en el primer corte) (Arguello *et al.* 2012).

Dentro de los aspectos de manejo del cultivo, el tipo de multiplicación utilizada por los productores tiene alta influencia en el estado fitosanitario de la plantación, tomando especial protagonismo las enfermedades fúngicas.

El orégano posee un tipo de economía “informal” respecto a su comercialización, en donde el pequeño productor se ve perjudicado. Como resultado se deberían desarrollar estrategias competitivas a lo largo de la cadena de valor del cultivo, de tal forma que el productor pueda recibir un mejor precio por su producto (Arguello *et al.* 2012).

Usos

La hoja y las sumidades floridas del orégano se usan no solo como condimento de alimentos sino también en la elaboración de cosméticos, fármacos y licores. Adicionalmente la Organización Mundial de la Salud estima que cerca del 80% de la población en el mundo usa extractos vegetales o sus compuestos activos, por ejemplo, los terpenoides para sus cuidados. El orégano fue utilizado desde tiempos arcaicos por sus propiedades tónicas y amargas. Sus hojas frescas formaron parte del alcoholaturo vulnerable, preparado usado para curar heridas y la droga seca fue una de las especies cicatrizantes más usadas en la antigüedad. Se empleó en forma de pomadas como antiséptico y en dermatitis eritematosas.

Otras formas de uso utilizadas fueron en extracto fluido o jarabe, para diversos preparados empleados en afecciones espasmódicas de las vías respiratorias, catarros, tos, bronquitos, etc. Desde el punto de vista culinario, es la hierba aromática de mayor demanda, en menor escala, se usa en licorería y la esencia que se obtiene por medio de la destilación de toda la planta se distribuye en la industria farmacéutica, en perfumería y en determinados tipos de jabones (Cameroni, 2013).

Esencia o aceite esencial

La esencia es un líquido de color amarillo a pardo que se obtiene de las flores de la planta, por lo que debe ser cosechada en plena floración para asegurar un rendimiento adecuado. La composición química es variable dependiendo del tipo de planta que se cultiva. 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.

El ingrediente principal del aceite de orégano es el carvacrol, un antimicrobiano fuerte que se usa para conservar los alimentos y la protección contra el moho y otras bacterias comunes. El timol es el segundo ingrediente más activo, importante como fungicida y es el líder anti-halitosis (para combatir el mal aliento crónico). El resto de los ingredientes proporcionan más soporte antibacteriano, prevenir el daño causado por los radicales libres, que actúan como bloqueadores de alérgenos e inhiben el crecimiento de células cancerosas (Cameroni, 2013).

El porcentaje de carvacrol y timol en los aceites esenciales refinados de orégano, determinan su calidad; primera calidad 30-50%, segunda calidad 20-40%, tercera calidad 10-20% (Pérez Pizarro, 2019).

Aromáticas en la región

La región del sudoeste Bonaerense tiene una superficie estimada de 6.500.000 hectáreas, lo que representa un 25% del territorio de la Provincia de Buenos Aires. Está integrada por los partidos de Guaminí, Adolfo Alsina, Coronel Suarez, Coronel Pringles, Coronel Dorrego, Saavedra, Tornquist, Puán, Coronel Rosales, Bahía Blanca, Villarino y Patagones (Tedesco, 2021).

A diferencia del otro sector que representa el 75% del territorio provincial y pertenece a la región denominada pampa húmeda, la región del sudoeste bonaerense forma parte de la zona semiárida, árida y subhúmeda-seca, con características climáticas y edáficas que la diferencian del resto de la provincia en cuanto a sus potencialidades y limitantes productivas primarias (Tedesco, 2021). Sin embargo, las plantas aromáticas y medicinales presentan un desarrollo incipiente en la región del Sudoeste bonaerense, a pesar de contar con buenas características agroecológicas (Espósito *et al.* 2020).

La problemática general radica en la reducida escala de producción de plantas aromáticas, medicinales y condimenticias realizada por pequeños productores de la región del SO bonaerense, que no llegan a abastecer mercados importantes, como podrán ser cadenas de supermercados o bien empresas procesadoras de alcance nacional, que abastecen a la comunidad. Esta problemática es consecuencia de la falta de tecnología en las maquinarias e insumos, que en su mayoría no son específicos para estos cultivos mencionados (Paunero, 2016).

Además, el inadecuado manejo de las plantas, la falta de conocimiento de nuevas variedades, la inexistencia de equipos de riego por goteo, entre otros, contribuyen al deterioro de la calidad y cantidad de los productos obtenidos de los cultivos. Otro inconveniente ocurre durante la comercialización, donde las hierbas aromáticas se venden a granel a acopiadores o mayoristas, lo que supone una fragilidad y pérdida de individualidad de los productores, que prácticamente no intervienen en la formación del precio del producto (Paunero, 2016).

Objetivos

Objetivo general

Estudiar la adaptación de tres materiales de orégano; “Don Bastías” (*Origanum vulgare* cv. Don Bastías), “Sumalao” (*Origanum vulgare* ecotipo Sumalao) y “Alpa Sumaj” (*Origanum vulgare* cv. Alpa Sumaj) mediante condiciones de cultivo orgánico y e irrigado en el Sudoeste Bonaerense.

Objetivos particulares

- ◊ Determinar crecimiento, biomasa aérea y aceites esenciales de los tres materiales de orégano.
- ◊ Calcular la necesidad hídrica de cada variedad durante el ciclo del cultivo.
- ◊ Realizar un seguimiento de enfermedades y plagas del cultivo.
- ◊ Generar información para la zona del sudoeste bonaerense.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo fue realizado en el periodo entre septiembre de 2017 y abril de 2018 en el campo experimental Napostá (convenio Departamento de Agronomía, UNS, Ministerio de Desarrollo Agrario, Buenos Aires), ubicado sobre la ruta nacional N.º 33, a 35 kilómetros de Bahía Blanca (Figura 4).

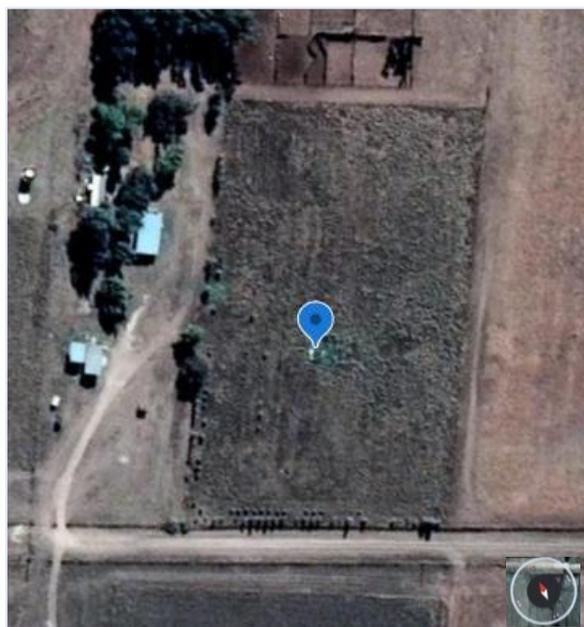


Figura 4. Imagen satelital del campo Napostá donde se ubican las parcelas.

Clima

El clima es templado, con valores medios de temperatura comprendidos entre 14°C y 20°C y estaciones térmicas bien diferenciadas. Los veranos e inviernos son rigurosos y las primaveras y otoños son estaciones intermedias más benignas. Durante la estación cálida son frecuentes los registros que llegan a valores extremos y superan los 40°C. Los inviernos suelen presentar marcados los periodos de frío que ocasionan perjuicios a la población y 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).

Para el análisis de la información pluviométrica y los registros de temperatura durante el periodo en estudio, se utilizaron los datos obtenidos de la Estación meteorológica Bahía Blanca. Esta misma es la más cercana al sitio de estudio, pertenece a la red del Servicio Meteorológico Nacional, ubicada en la Base Aeronaval

Comandante Espora, para una serie histórica que registra 57 años (1961-2018) de valores de temperatura y precipitación.

Historia y preparación del lote

El área donde se instalaron las parcelas en estudio era un pastizal natural sin pastoreo, compuesto por especies perennes y anuales como “avena guacha” (*Avena fatua*), “pasto llorón” (*Eragrostis curvula*), “vicia” (*Vicia villosa*), “cardo” (*Carduus spp.*), entre otros. Se acondicionó el suelo realizando varias pasadas con un arado de disco y luego trabajo manual con una asada quedando bien desmenuzado el suelo para una buena instalación del riego por goteo, acolchado plástico y la implantación correspondiente (Figura 5).



Figura 5. Preparación del suelo.

Se tomaron muestras de suelo y agua utilizada para riego, con el fin de analizarlos en el Laboratorio de Análisis Químicos (LANAQUI) del CERZOS-CONICET (UNS). En el análisis de agua se cuantificó cationes y aniones mayoritarios, conductividad eléctrica y RAS, para poder calificar la aptitud del recurso para riego, usando la clasificación propuesta por Riverside y FAO. En las muestras de suelo se determinó materia orgánica, pH, nitrógeno, potasio, fósforo y textura.

Cultivo e instalación de las parcelas experimentales

Los tres materiales de orégano se utilizaron para estudiar su adaptación local, crecimiento, desarrollo, rendimiento de materia seca y aceite esencial. Los plantines de “Don Bastías” y “Alpa Sumaj” fueron obtenidos del vivero ubicado en Luján de Cuyo, provincia de Mendoza (Lunta S.R.L), en cambio el “Sumalao” provino del INTA Ascasubi. Las bandejas con los plantines que llegaron de los viveros fueron mantenidas en el invernadero con riego por micro aspersión automatizado por unos días hasta el momento de su implantación.

Antes de la implantación, se instaló el sistema de riego localizado (Figura 6) con cintas de goteo incorporado autocompensante, distanciados a 0,33m, que erogaban cada uno un caudal de $1,6 \text{ l h}^{-1}$. Por encima del mismo se colocó el acolchado de polietileno reciclando un silo bolsa (blanco y negro) de 200 micrones, con la cara blanca hacia arriba para evitar el calentamiento del mismo en los meses de mayor calor (Figura 7). El uso del acolchado plástico es una buena herramienta para evitar el crecimiento de malezas que puedan competir con el cultivo de las especies a estudiar, además también disminuye la evaporación del suelo estrechamente relacionada con la evapotranspiración del cultivo, requiriendo así menor cantidad de agua de riego.



Figura 6. Instalación del riego.



Figura 7. Acolchado de polietileno.

El diseño del ensayo consistió en 3 parcelas, de 5m de longitud y 1,6m de ancho cada una, distanciadas entre sí a 0,7m. Cada una de ellas correspondía con una variedad de orégano. De la variedad “Don Bastías” y “Alpa Sumaj” se implantaron 45 ejemplares en cada una y de “Sumalao” 15 ejemplares, con un marco de plantación de 0,53m entre hileras y 0,33m entre plantas dentro de la misma hilera.

Equipo de riego

El cabezal de riego está ubicado dentro del galpón de chapa (distanciado a 100 m de las parcelas), el cual está compuesto por filtros de arena y malla, un temporizador conectado a un tablero eléctrico para encender y apagar las electroválvulas, automatizando el sistema. No fue necesaria la colocación de bomba impulsora de agua hacia los emisores debido a la diferencia de altura (metros sobre el nivel del mar) entre el tanque australiano (fuente de abastecimiento de agua) y la cinta de riego ubicada en las parcelas. En las parcelas, sobre la tubería secundaria, se colocó un manómetro para medir la presión de trabajo durante el funcionamiento del riego.

Determinación del requerimiento hídrico para el cultivo

Se conoce como evapotranspiración (ET) 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. 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).

Ecuación 1.

$$ET_c = ETo \times Kc$$

La ETo para este estudio se calcula 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.

Ecuación 2.

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

Donde:

ETo evapotranspiración de referencia (mm día⁻¹)

Rn radiación neta en la superficie del cultivo (MJ (m² día)⁻¹)

G flujo del calor de suelo (MJ (m² día)⁻¹)

T temperatura media del aire a 2m 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 °C⁻¹)

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

γ constante psicométrica (kPa °C⁻¹)

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

Desarrollo de los cultivos

Desde el momento de la implantación (principios del mes de octubre) hasta la cosecha, se realizó un seguimiento semanal del crecimiento y desarrollo de los cultivos y tomas de altura de la planta. También se realizaron dos fertilizaciones durante el ciclo del cultivo, la primera 20 días antes de la cosecha y la segunda en pos cosecha. En ambas aplicaciones se utilizó una enmienda fertilizadora orgánica de estructura líquida (Worms Tea, humus líquido) diluido al 5,26% (0,5 l de enmienda en 9,5 l de agua) con una dosis de 40 ml de la preparación por planta. Durante todo el ciclo del cultivo estudiado se monitoreó semanalmente la ocurrencia de plagas y/o enfermedades.

Cosecha del material, acondicionamiento y aceite esencial

Las tres variedades se cosecharon en la misma fecha, cuando las plantas alcanzaron un 50% de floración, aproximadamente 100 días después de que fueron implantadas. El corte de las mismas se realizó con una tijera de poda manual a una altura de 5 cm del suelo. Se tomaron datos del peso fresco del material inmediatamente después de ser cosechado, luego se colocó el material en bolsas cebolleras y se lo dejó en un invernadero para el secado del mismo por acción de la elevada temperatura, luminosidad y aireación del ambiente. Con el material ya seco se procedió al despalillado manual del mismo, diferenciando el tallo de la hoja y la flor, la toma del peso seco de cada muestra para así obtener datos y estimar el rendimiento de materia seca por hectárea de cada variedad.

La obtención de aceite esencial se realizó utilizando un equipo de hidrodestilación, en el cual 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, 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).

Se utilizaron 150 gr de material seco despalillado de cada muestra y el destilador funcionando durante 3 horas (Figura 8). Como resultado de este proceso se obtuvo una mezcla de hidrolato y aceite esencial que luego fueron separados por diferencia de densidades. El aceite esencial se envió al Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur para realizar su análisis por cromatografía gaseosa. Debido a un inconveniente generado con la muestra del ecotipo “Sumalao”, la cual no estaba a disposición, se mandó a analizar la perteneciente a la localidad de Tornquist. No deberían existir variantes en los resultados, las labores realizadas y las especies son las mismas ya que, pertenecen a la misma red de ensayos y además es una localidad que está a solo 20km en línea recta por lo tanto las condiciones climáticas son prácticamente las mismas.

Los análisis por CG-EM se realizaron en un cromatógrafo de gases Agilent GC 7890B acoplado a un detector selectivo de masas 5977A, equipado con una columna capilar (HP-5, 30 m x 0,25 mm x 0,25 μm), usando helio como gas carrier con un flujo de 1 mL min^{-1} . Los espectros de masa se registraron a 70 eV, en un rango de masas m/z de 50 a 300 uma. La temperatura del bloque de inyección fue de 250°C. En el equipo se inyectó 1 μL de la dilución con un Split de 1:20. La temperatura del horno del CG se mantuvo inicialmente a 50°C por 3 min, luego se aumentó hasta 180°C con una rampa de 5°C min^{-1} , se mantuvo a esa temperatura por 1 min y se aumentó nuevamente a 50°C min^{-1} hasta 280°C.



Figura 8. Equipo de hidroddestilación funcionando.

Resultados y discusión

Datos meteorológicos durante el periodo estudiado

Tabla 1. Datos meteorológicos durante el periodo estudiado.

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

Temperatura

La región presenta una temperatura media anual de 15,5 ºC, con vientos dominantes del cuadrante norte, noroeste y oeste con velocidades máximas de 70 kmh⁻¹ (Servicio Meteorológico Nacional, Argentina, 2014). Teniendo en cuenta la clasificación climática de Thornthwaite, el clima de Bahía Blanca lo podemos ubicar 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 (Cartuccia, 2021).

Precipitaciones

Las precipitaciones medias anuales arrojan un promedio de 602,8 mm, tomando los datos registrados entre los años 1961 y 2018.

A su vez contamos con un registro de la media mensual del mismo periodo mencionado anteriormente (Figura 9). Los meses de octubre a abril son los que registran mayores precipitaciones, estos coinciden con los meses de mayor demanda hídrica del cultivo.

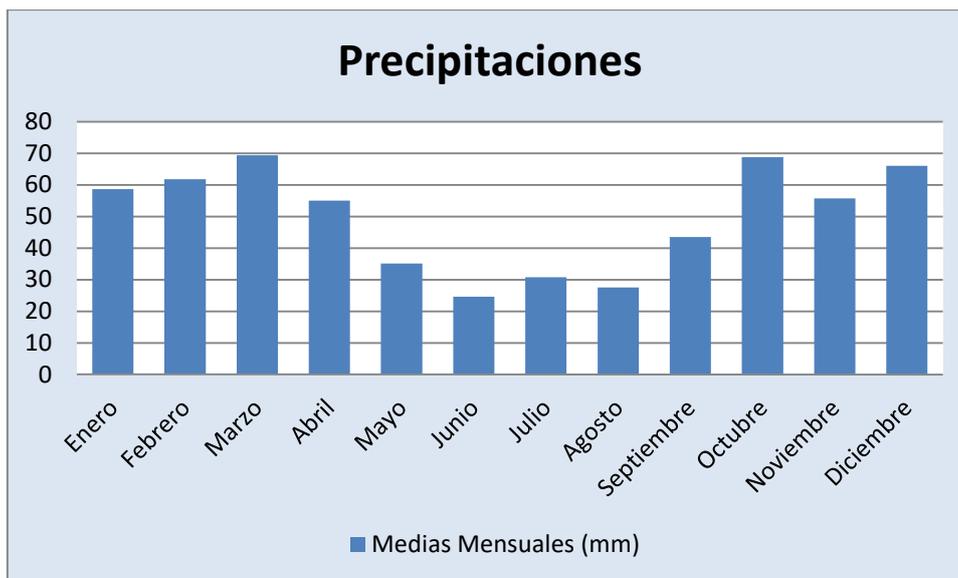


Figura 9. Precipitaciones medias mensuales, período 1961/2018.

Al comparar las precipitaciones recibidas durante el periodo estudiado (septiembre del 2017 a marzo de 2018) (Tabla 1) se observó que los valores estuvieron por debajo de las medias mensuales históricas (tomadas en el periodo 1961/2018) (Figura 9).

Análisis de suelo

La composición textural del suelo presentó un 58,5 % de arena y el porcentaje restante se repartió, 20,2 % de limo y 21,3 % de arcilla (Tabla 2). Según estas proporciones el suelo se clasifica como franco arcillo arenoso (Franco, 2020).

Tabla 2. Composición textural del suelo en estudio.

Parámetros	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
	21,3	20,2	58,5

El valor de pH (Tabla 3), contenido en los parámetros (6.6-7.5) lo definen como neutro. Las plantas cultivadas en general presentan su mejor desarrollo en valores cercanos a la neutralidad, ya que en estas condiciones los elementos nutritivos están más fácilmente disponibles y en un equilibrio más adecuado (Valero, 1994).

El alto contenido de materia orgánica (Tabla 3) marca una elevada capacidad de intercambio catiónico, esto es una gran capacidad para retener cationes en el suelo. Además, favorece la microestructura del suelo siendo un elemento muy positivo en la lucha contra la erosión de los suelos y beneficia el desarrollo de la micro fauna edáfica (Valero, 1994).

Tabla 3. Valores de parámetros para determinar fertilidad del suelo en estudio.

Parámetros	pH	M.O. (%)	N (%)	Pd (ppm)	K (ppm)
	7,1	3,91	0,22	48,2	962

Análisis de agua

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 (Tablas 4 y 5). Esta característica no es una limitante ya que el método de riego es por goteo y mantiene el suelo con alto grado de humedad desplazando las sales por capilaridad a la periferia del bulbo húmedo, generando condiciones más propicias para el desarrollo radical de los cultivos (Apaza, 2013; Liotta *et al.* 2015).

El agua se aplica en la proximidad de las plantas, mojando un cierto volumen de suelo, que es donde se desarrolla una gran parte del sistema radical. Por otra parte, el agua se suministra con mucha frecuencia, con lo cual el suelo se mantiene siempre a la capacidad de campo o muy próximo a ella, y las plantas lo absorben sin esfuerzo. La alta frecuencia en la aplicación del agua es casi una consecuencia de su localización, ya que con un escaso volumen de suelo humedecido habrá que dar mayor número de riegos (Fuentes Yagüe, 1991).

Tabla 4. Valores de los aniones importantes y otros parámetros de análisis.

Parámetros	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

Tabla 5. Valores de contenido de RAS, C.E. y algunos minerales.

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

Además, se determinó la dureza del agua en grados hidrométricos franceses (°F), tomando valores de Ca y Mg expresados en mg l⁻¹ (Ecuación 3) (Tabla 6).

Ecuación 3.

$$\text{Dureza (°F)} = \frac{(\text{Ca}^{2+} \times 2,5) + (\text{Mg}^{2+} \times 4,12)}{10}$$

Tabla 6. Clasificación del agua según su dureza (AYERS RS *et al.* 1976).

DUREZA EN °F	CLASIFICACIÓN
<7	Muy dulce
7 – 14	Dulce
14 – 22	Medianamente dulce
22 – 32	Medianamente dura
32 – 54	Dura
>54	Muy dura

En cuanto a la dureza del agua no se encuentra inconvenientes y se clasifica como dulce, debido a que la fórmula correspondiente arrojó un resultado de 10,6 grados hidrométricos franceses (°F) (AYERS RS *et al.* 1976).

Establecimiento y crecimiento de los cultivares de orégano

Unos días antes de la primera cosecha hubo un desperfecto en el sistema de riego y se inundó la parcela ocasionando muerte de plantas en los materiales de “Don Bastías” y “Sumalao”, sin producir ningún efecto en “Alpa Sumaj”. Por tal motivo, el porcentaje de implantación se vio afectado con más énfasis en esos dos oréganos, a diferencia de “Alpa Sumaj” que alcanzó el 85% de establecimiento de plantas (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de implantación de las distintas variedades.

	“Alpa Sumaj” (unidades)	“Don Bastías” (unidades)	“Sumalao” (unidades)
5/10/2017	45	45	15
16/11/2017	39	43	15
01/12/2017	38	38	15
04/01/2018	38	28	14
09/02/2018	38	25	9
01/03/2018	38	18	6
Implantación (%)	85	68	79

Durante el ciclo productivo de los cultivos se tomaron mediciones de altura de cada cultivar al momento del corte correspondiente. El orégano “Alpa Sumaj” fue el que alcanzó una mayor altura entre los tres materiales, incluso también fue el único en el que se pudo realizar dos cortes (Tabla 8). Las tres variedades tuvieron muy buen desarrollo en general, en ningún momento se detectó presencia de alguna enfermedad o plaga que afecte el desarrollo fenológico.

Tabla 8. Altura de los cultivos antes de realizar la cosecha.

Especie	Momento de medición	Altura promedio (cm)
"Alpa Sumaj"	1er corte 11/01	30,3
	2do corte 18/04	37,2
"Don Bastías"	Único corte 11/01	17
"Sumalao"	Único corte 11/01	28,7

Estimación de la necesidad hídrica del cultivo

Los valores de Kc para el cultivo de orégano fueron tomados de Ciancaglini (2020), a partir de los cuales se realizó la curva de Kc (Figura 10) para determinar el momento de máxima demanda hídrica del cultivo.

La curva se divide en cuatro etapas; la primera, la "inicial", desde la siembra hasta que el cultivo alcanza aproximadamente un 10% de cobertura del suelo; "etapa de desarrollo", ocurre desde que finaliza la etapa inicial hasta que cubre efectivamente el terreno, en esta etapa hay un marcado aumento del kc correspondiente al máximo crecimiento y desarrollo de la planta; "etapa media", desde la cobertura completa del suelo hasta el inicio de la maduración del cultivo; y por último la "etapa final" que es desde el comienzo de la madurez hasta el momento de la cosecha del cultivo.



Figura 10. Curva de Kc para el cultivo de orégano.

Utilizando el programa CROPWAT 8.0 se determinó que durante el mes de enero ocurre la mayor evapotranspiración de referencia (ET_o), con un valor de 7,98 mm/día y el menor registro ocurre en el mes de abril con un valor de 3,34 mm día⁻¹.

Los requerimientos hídricos para el cultivo de *Origanum vulgare* se analizaron según los datos obtenidos en el programa. Se obtuvo un valor máximo de ET_c de 6,45 mm día⁻¹ correspondiente al mes de diciembre, a principios de la "etapa final" del cultivo, y con valores muy similares durante todo ese mes (Tabla 9). El cultivo requirió

en total 186,1 mm durante ese periodo, de los cuales las precipitaciones efectivas cubrieron solo el 32%.

Para todo el periodo analizado las lluvias aportaron el 46% de la lámina de agua requerida por el cultivo, por lo que se necesita el aporte bruto de 260,4 mm para cubrir la necesidad hídrica de ese periodo, teniendo en cuenta que se trata de un sistema de riego por goteo, con una eficiencia del 90%.

Los turnos de riego fueron de tres días por semana durante dos horas y los caudales erogados por los goteros fue de 0.9 l h⁻¹ a una presión de trabajo de 0,5 kg cm⁻², detallada por el manómetro colocado sobre la tubería secundaria.

Tabla 9. Valores obtenidos del CROPWAT 8.0 con los siguientes parámetros: Evapotranspiración del cultivo de orégano (ETc), Precipitación efectiva (Prec. Efec) y Requerimientos neto de agua (Req. Riego).

Mes	Década	Etapas	ETc mm día ⁻¹	ETc mm dec ⁻¹	Prec. Efec mm dec ⁻¹	Req. Riego mm dec ⁻¹
Oct	1	Inicial	1,21	7,2	11,8	0
Oct	2	Inicial	1,3	13	22,6	0
Oct	3	Desarrollo	1,51	16,6	20,6	0
Nov	1	Desarrollo	2,65	26,5	17,5	9
Nov	2	Desarrollo	4,39	43,9	15,7	28,2
Nov	3	Media	5,85	58,5	17	41,5
Dic	1	Media	6,37	63,7	19,2	44,5
Dic	2	Final	6,45	64,5	20,4	44,2
Dic	3	Final	5,26	57,9	19,4	38,4
Ene	1	Final	4	40	18	22
Ene	2	Final	3,3	6,6	3,4	6,6
				398,4	185,6	234,4

Rendimiento en biomasa aérea de los cultivares de orégano

En las siguientes figuras (11, 12 y 13) observamos los valores de rendimiento fresco por hectárea (RH_{aF}) y los valores de rendimiento seco por hectárea (RH_{aS}) de cada material en su primer corte, segundo corte y además, el rendimiento total de material despallado de cada material.

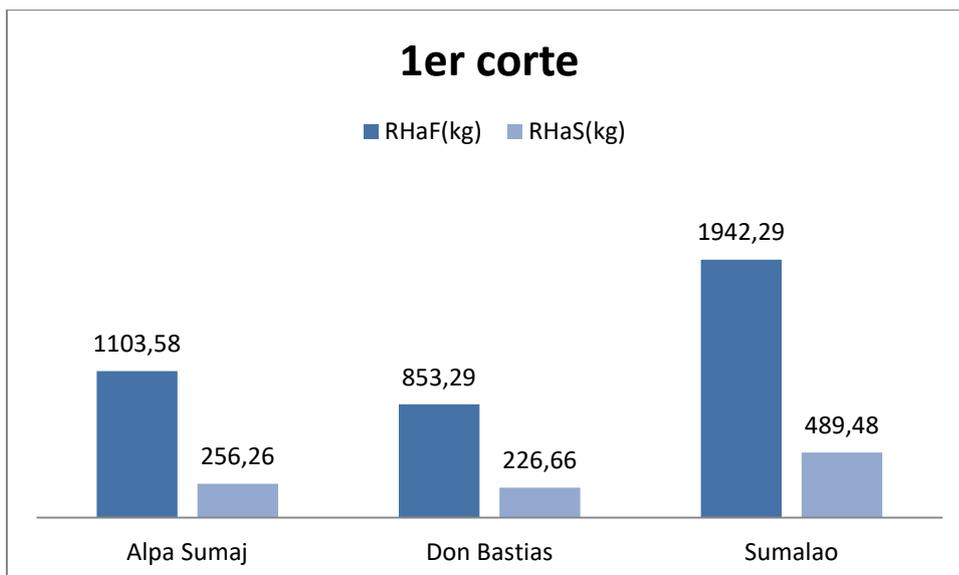


Figura 11. Valores de rendimientos considerando solo el primer corte. Rendimiento fresco por hectárea (RHaF) y rendimiento seco por hectárea (RHaS).

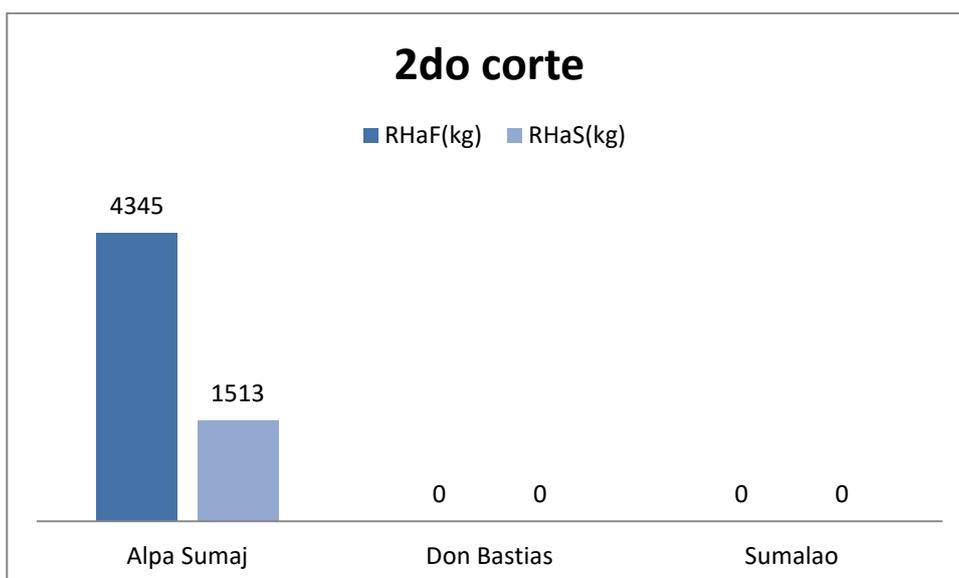


Figura 12. Valores de rendimientos considerando solo el segundo corte. Rendimiento fresco por hectárea (RHaF) y rendimiento seco por hectárea (RHaS).

Si tenemos en cuenta sólo los valores de rendimiento seco por hectárea obtenidos en el primer corte (Figura 11) se observó que los oréganos “Alpa Sumaj” y “Don Bastías”, presentaron similitud en sus rendimientos, mientras que el valor del material de los cultivares “Sumalao” fue el doble. En el segundo corte, no se obtuvo material de los cultivares “Don Bastías” y “Sumalao” (Figura 12), mientras que la variedad “Alpa Sumaj”, cuadruplicó su rendimiento seco por hectárea.

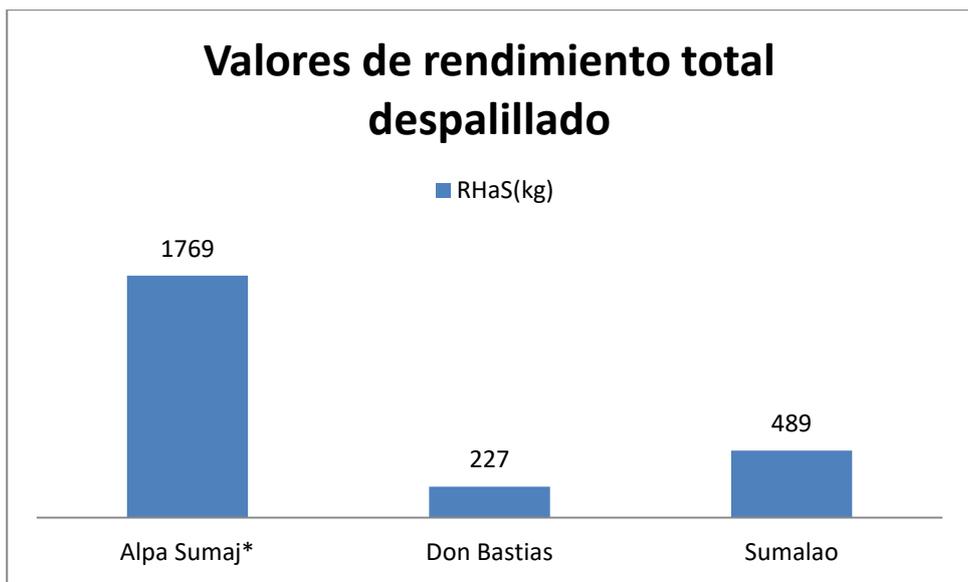


Figura 13. Valores de rendimiento total de material despalillado obtenidos por especie. Rendimiento seco por hectárea (RHaS). Alpa Sumaj*, se realizaron dos cortes.

En cuanto a rendimiento total despalillado, el orégano “Alpa Sumaj” (Figura 13) presentó, debido a que se realizaron dos cortes de cosecha, un valor superior de 1.769 kg. Este rendimiento total fue mayor al encontrado por Ciancaglini (2020), bajo condiciones agroclimáticas y edáficas muy similares aunque con un mes de diferencia en la fecha de implantación. Por el contrario, muy similar al encontrado por Paunero *et. al* (2009) para el mismo cultivar que fue de 2.000 kg ha⁻¹.

En el caso del “Don Bastías”, se cosecharon 227 kg ha⁻¹ de material seco (Figura 13), valor muy inferior al detallado por Kloster (2019) en su trabajo final de carrera, donde esta variedad rindió, en su primer corte, 802 kg ha⁻¹ de material seco despalillado.

Por último, el ecotipo “Sumalao” tuvo un rendimiento de 489 kg ha⁻¹ de material seco despalillado (Figura 13). En estos dos últimos oréganos “Don Bastías” y “Sumalao”, sus rendimientos podrían haber sido afectados debido al desperfecto técnico que hubo en el sistema de riego.

Caracterización de los aceites esenciales de los cultivares y ecotipo de orégano

Tabla 10. Cantidades en porcentaje (%) de cada uno de los compuestos del aceite esencial de cada especie.

Compuestos	“Alpa Sumaj”	“Don Bastías”	“Sumalao”

α -tujeno	-	0,557	0,886
α -pineno	-	0,411	0,759
sabineno	0,574	3,321	4,786
β -pineno	-	-	0,368
1-octen-3-ol	-	-	0,425
β -mirceno	-	1,376	1,4
α -terpineno	-	3,343	5,437
p-cimeno	0,951	6,929	8,335
D-limoneno	-	1,83	2,318
trans- β -ocimeno	-	0,814	1,242
γ -terpineno	0,612	12,12	14,606
hidrato de cis-sabineno	3,393	2,213	1,858
terpinoleno	-	1,067	1,803
cis-p-ment-2-en-1-ol	22,764	19,263	9,447
trans-p-ment-2-en-1-ol	0,711	-	4,109
cis- β -terpineol	0,933	1,044	1,139
trans- β -terpineol		0,543	0,734
1-nonanol	1,484	-	-
terpinen-4-ol	10,214	12,286	14,619
α -terpineol	3,225	2,022	1,921
timol metil éter	-	1,177	2,198
isotimol metil éter	1,731	1,625	1,624
acetato de linalilo	2,362	-	-
timol	41,876	25,436	17,018
carvacrol	1,913	-	-
trans-cariofileno	2,311	0,876	1,048
germacreno D	-	0,658	0,829
β -bisaboleno	0,852	0,401	-
espatulenol	1,751	0,689	0,459
óxido de cariofileno	2,344	-	0,633

Los tres materiales de orégano estudiados coincidieron en el compuesto que ocupa su mayor porcentaje en la composición del aceite esencial, el timol (Tabla 10). Como segundo mayor componente encontramos el terpinen-4-ol para el “Sumalao” y el cis-p-ment-2-en-1-ol para el “Alpa Sumaj” y el “Don Bastías”. El timol es un efectivo antimicrobiano que inhibe el crecimiento de microbios y bacterias. Por esta razón, el timol se utiliza en varios productos, desde enjuagues bucales hasta para tratamientos de dolor de garganta, tos, entre otros, y también en cosmética y perfumería (Acevedo *et al.* 2013).

La concentración del compuesto carvacrol no fue la esperada según Cameroni (2013) y Pérez Pizarro (2019), éste se vio presente solo en la variedad “Alpa Sumaj” y en baja concentración, 1,9% (Tabla 10).

La composición del aceite esencial del cultivar Don Bastías se asemeja a la publicada por Rodríguez *et al.* 2016, el componente que resulta en mayor porcentaje es el timol, 35,5%, siendo un poco menor el obtenido en este estudio (25,4%) (Tabla 10). En cambio los componentes terpinen-4-ol y p-menth-2-en-1-ol (este corresponde a la suma de los isómeros geométricos cis-p-ment-2-en-1-ol y trans-p-ment-2-en-1-ol) se presentaron con valores similares, 10,8% y 16,59% respectivamente, a los obtenidos en el presente trabajo (Tabla 10), (12,28% y 19,26%, respectivamente).

Ciancaglini (2020), observó estudiando los cultivares “Alpa Sumaj” y “Don Bastías” implantados en un sitio con limitación alta en profundidad de suelo, que la composición del aceite esencial se asemeja al obtenido en este trabajo, siendo la única diferencia la cantidad de timol, en “Alpa Sumaj”. Fue de un 25% y en este estudio se obtuvo un 41% de este compuesto.

Dependerá del grado de sensibilidad analítica con que se trabaje, pero siempre se podrá encontrar alguna diferencia entre partidas de un mismo aceite esencial, estudiado con una o muy pocas muestras, mediante porcentajes enunciados con más de un decimal. El simple error analítico de las técnicas comúnmente utilizadas, o la variación natural del material vegetal motivan diferencias en el contenido más significativas. Sería necesario analizar varias muestras para aportar mayor precisión a estas determinaciones (Bandoni *et al.* 2009).

Conclusiones

- Las plantas de orégano “Alpa Sumaj”, “Don Bastías” y “Sumalao” se desarrollaron y adaptaron a las condiciones edafoclimáticas del partido de Bahía Blanca, sur de la provincia de Buenos Aires. La variedad “Alpa Sumaj” fue superior en la producción de biomasa aérea ante los materiales “Don Bastías” y “Sumalao”. Teniendo en cuenta los datos recolectados en este estudio se concluye que la variedad “Alpa sumaj” *Origanum vulgare* cv. Alpa Sumaj, fue la que presentó mayor resistencia a las adversidades, principalmente al exceso de agua en el suelo. El aceite esencial de la variedad “Don Bastías” presenta características, en general, muy similares a otros trabajos realizados en el sudoeste bonaerense, posiblemente sea un quimiotipo local para este cultivar.
- 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.
- No se detectaron enfermedades y/o plagas en los cultivos de las tres variedades estudiadas.
- En futuros trabajos se debería realizar un segundo corte en los cultivares y ecotipo, aunque no presenten órganos florales, para poder comparar la potencialidad de los tres oréganos y así transferir cual sería el más apropiado para los productores de la región del sudoeste bonaerense. Considerando además, la proximidad del valor de los rendimientos del primer corte de los materiales, toma importancia el hecho de poder realizar un segundo corte de todas maneras.

Bibliografía

- Acevedo, Diofanor, Navarro, Mario, & Monroy, Luis. 2013. Composición Química del Aceite Esencial de Hojas de Orégano (*Origanum vulgare*). *Información tecnológica*, 24(4), 43-48.
- Allarcón Restrepo, J. J. 2011. Plantas aromáticas y medicinales. Enfermedades de importancia y sus usos terapéuticos. ICA. Colombia.
- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith D. 2006. EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO – Riego y drenaje N° 56, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma, 298 pp.
- Andrades, M. S. y Martínez, E. 2014. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3ra edición Universidad de La Rioja. Servicio de publicaciones. España.
- Apaza, Y.T. 2013. Determinación del bulbo húmedo con goteros de diferente caudal en dos suelos. Facultad de ingeniería agrícola. Lima.
- Arguello JA., Nuñez SB., Davidenco V., Suarez DA., Seisdedos 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.
- AYERS RS, AND WESTCOT DW. 1976. Calidad de agua para la agricultura. Estudio FAO: Riego y drenaje. Roma (29).
- BANDONI, Arnaldo L., & RETTA, Diana, & Di LEO LIRA, Paola M., & BAREN, Catalina M. van. 2009. ¿Son realmente útiles los aceites esenciales?. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8 (5), 317-322.
- Cameroni, María Gimena. 2012. Historia de las hierbas aromáticas, especias y aceites esenciales.
- Cameroni, María Gimena. 2013. Ficha Técnica de Orégano “*Origanum vulgare*”. Subsecretaría de Agregado de Valor y Nuevas Tecnologías. Dirección de Agroalimentos. Área de Sectores Alimentarios.
- 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.

- 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, Nº200: 195-230.
- 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. 49pp.
- 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.
- Dagoberto R., Jesús G., Raquel B., María T., Paola U., Katalina D., Edison D. 2013. Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente. Colombia.
- Di Fabio, Amanda. Artículo de Orégano. Extraído el 22 de mayo de 2021 de la página web: <https://intercoonecta.aecid.es/Gestin%20del%20conocimiento/002901%20Produccion%20de%20oregano.pdf>
- Esposito E.M., Belladonna D.P., Martínez Baccini A.A., Pérez Pizarro J. 2020. AgroUNS. Producciones alternativas: Aromáticas en el sudoeste bonaerense. Edi UNS. Año XVII, Nº 33.
- Fretes Francisco. 2010. Plantas medicinales y aromáticas, una alternativa de producción comercial. USAID, Paraguay.
- 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. 34pp.
- Fuentes Yagüe J. L. 1991. CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DEL RIEGO POR GOTEÓ. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. Servicio de extensión agraria. Madrid. Núm. 17/90 HD
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Agosto 2017. Programa nacional hortalizas, flores y aromáticas. Plan del programa (PPN) 2016-2020.

- Klauer García, Dieter Fritz. 2009. Manual técnico de cultivo ecológico de orégano (*Origanum* sp L.). El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo. Arequipa. Perú. 15-17.
- Kloster, M. 2019. Producción orgánica de dos ecotipos de orégano europeo (*Origanum vulgare*) en la localidad de Bahía Blanca. Trabajo de intensificación, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. 50pp.
- Liotta M., Carrion R., Ciancaglini N., Olguin A. 2015. Manual de capacitación: riego por goteo. 1ra edición especial. Rivadavia.
- Ministerio de economía y Producción. 2008. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Subsecretaria de Política Agropecuaria y Alimentos. Direccional nacional de alimentos. Buenos Aires. Tomado de página web: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/2008/Aromaticas.htm>
- Montalván, Miguel. Junio 2003. Plantas-curativas plantas-aromáticas. Revista La granja. Vol 2. Nº2. Facultad de ciencias pecuarias y agroindustriales. 18-19.
- Muñoz, F. 1996. PLANTAS MEDICINALES Y AROMATICAS. Estudio, cultivo y procesado. Mundi Prensa. España.
- 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. 2006. Principales problemas del productor de aromáticas extensivas de la región pampeana. EEA San Pedro.
- Paunero, Ignacio E. 2020. Producción de aromáticas y medicinales en Argentina. Una contribución al arraigo de las comunidades. Agropost, Numero 170.
- Pérez Pizarro, Julián. 2019. Comunicación personal.
- Piccolo, R.J. 2012. Con “Don Bastías” Argentina empieza a nombrar su orégano. INTA. inta.gob.ar/noticias.
- Rodríguez S., Belladonna D., Rodríguez R. y Murray A. 2016. Antioxidant activity and chemical composition of *Origanum* spp. essential oils. Congreso; 4º Reunión Internacional de Ciencias Farmacéuticas. CONICET. Universidad Nacional de Rosario.
- Santillán, L., Carmona, S., Schieda, C., Vicente A. 2011. Proyecto de inversión. Producción de orégano deshidratado. Lic. Administración de negocios agropecuarios.

- Tedesco L. 2021. Hacia la construcción de una marca colectiva para el aceite de oliva del sudoeste bonaerense. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.
- Torres, Lorena E. 2021. Comunicación personal.
- Valero, M. Soledad Garrido. 1994. Interpretación de análisis de suelos. Hojas divulgadoras, Núm. 5/93 HD. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid.
- Villena, Isaías Chugnas. 2018. Etiología y patogénesis de fungosis del orégano (*Origanum vulgare* L.) en la provincia de Cajamarca. Perú. 64pp.