



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERIA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRARIA

***Estudio de Viabilidad Técnica y Económica
del Cultivo de la Menta Piperita en
Galicia.***

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor: **Roberto Navajas García**

Tutor: **Juan Manuel Arroyo Sanz**

Mayo **de 2019**

ÍNDICE DE CONTENIDOS:

1.- INTRODUCCIÓN:

1.1 Motivación y objetivos: _____ Pág. 1

1.2 Estructura: _____ Pág. 1

2.- EL CULTIVO DE LA MENTA:

2.1 Origen, características morfológicas y botánicas _____ Pág. 2

2.2. Aspectos agronómicos y ecológicos _____ Pág. 5

2.3. Aspectos “medicinales” (farmacéuticos) y cosméticos _____ Pág. 15

2.4. Situación del cultivo de la menta en el mundo _____ Pág. 19

2.5.- Situación del cultivo en España _____ Pág. 22

3. ESTUDIO DE CASO: INCLUSIÓN DEL CULTIVO DE MENTA EN UNA EXPLOTACIÓN

3.1: Situación actual de la explotación _____ Pág. 23

<u>3.1.1 Descripción y Localización</u>	<u>Pág. 23</u>
<u>3.1.2 Características Climáticas</u>	<u>Pág. 25</u>
<u>3.1.2.1 Temperaturas</u>	<u>Pág. 26</u>
<u>3.1.2.2 Radiación Solar</u>	<u>Pág. 27</u>
<u>3.1.2.3 Precipitación</u>	<u>Pág. 28</u>
<u>3.1.2.4 Humedad Relativa</u>	<u>Pág. 30</u>
<u>3.1.2.5 Viento</u>	<u>Pág. 30</u>
<u>3.1.2.6 Evapotranspiración</u>	<u>Pág. 31</u>
<u>3.1.2.7 Clasificación Climática</u>	<u>Pág. 32</u>
<u>3.1.2.7.1 Temperaturas</u>	<u>Pág. 33</u>
<u>3.1.2.7.2 Aridez</u>	<u>Pág. 34</u>
<u>3.1.3 Características Edáficas</u>	<u>Pág. 37</u>
<u>3.1.4.- Equipamiento e infraestructuras de la explotación.</u>	<u>Pág. 45</u>
<u>3.2.- Diseño y rotación de una nueva alternativa de cultivos que incluya la menta</u>	<u>Pág. 47</u>
<u>3.2.1.- Elección de los cultivos a incluir en la alternativa y consideración de las posibles rotaciones</u>	<u>Pág. 47</u>
<u>3.2.2.- Establecimiento de la alternativa y rotación</u>	<u>Pág. 56</u>
<u>3.2.3. Ingeniería del Proceso</u>	<u>Pág. 59</u>
<u>3.2.3.1.- Labores para la preparación del suelo</u>	<u>Pág. 59</u>
<u>3.2.3.2.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la menta piperita</u>	<u>Pág. 63</u>
<u>3.2.3.3.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la patata</u>	<u>Pág. 70</u>
<u>3.2.3.4.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la cebolla</u>	<u>Pág. 73</u>
<u>3.2.3.5.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la lechuga</u>	<u>Pág. 77</u>
<u>3.2.3.6.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la col</u>	<u>Pág. 80</u>

<u>3.2.4 Riego</u>	<u>Pág. 84</u>
<u>3.2.4.1 Riego para el cultivo de menta piperita</u>	<u>Pág. 84</u>
<u>3.2.4.2 Riego para el cultivo de patata</u>	<u>Pág. 90</u>
<u>3.2.4.3 Riego para el cultivo de cebolla</u>	<u>Pág. 95</u>
<u>3.2.4.3 Riego para el cultivo de lechuga</u>	<u>Pág. 97</u>
<u>3.2.4.4 Riego para el cultivo de col</u>	<u>Pág. 100</u>
<u>3.2.5 Análisis de viabilidad económica</u>	<u>Pág. 104</u>
<u>3.2.5.1 Rentabilidad menta piperita</u>	<u>Pág. 107</u>
<u>3.2.5.2 Rentabilidad de las hortalizas</u>	<u>Pág. 107</u>
<u>4.- CONCLUSIÓN</u>	<u>Pág. 109</u>
<u>5.- BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>Pág. 110</u>

1.- INTRODUCCIÓN:

1.1 Motivación y objetivos:

La principal motivación de este trabajo de fin de grado es la de determinar la viabilidad técnica y económica de una hipotética explotación de menta piperita en el municipio gallego de Bergondo.

La razón por la que se lleva este estudio es por encargo de un promotor, que viendo el auge de este cultivo en otras zonas de Europa y aun a priori contando con características idóneas para su cultivo en la península, especialmente en zonas del norte, le llama la atención la escasez de este cultivo en España.

1.2 Estructura:

La primera parte habla de las características del cultivo (agronómicas, nutricionales, etc..) así como de la situación del cultivo a nivel nacional e internacional (producción, consumo, comercio).

La segunda parte se configura en forma de "estudio de caso" en el que se analiza la introducción de la menta en una explotación concreta en el municipio gallego de Bergondo y analiza los aspectos técnicos (diseño de rotación, técnicas de cultivo, diseño del sistema de riego, etc..) y los aspectos económicos (análisis de la rentabilidad de la menta frente a los otros cultivos de la rotación).

2.- EL CULTIVO DE LA MENTA:

2.1: Origen, características morfológicas y botánicas

La menta piperita (*Mentha piperita* L), también conocida como menta negra, es un híbrido obtenido mediante el cruce de la hierbabuena (*Mentha spicata* L) y la menta acuática (*Mentha acuática* L).

Muchos creen que sus orígenes se remontan a Inglaterra, pero no existen pruebas de ello. Esta confusión se debe a que, aunque no existan pruebas de ello, los ingleses son los que más han trabajado en su mejora genética, razón por la cual la menta piperita inglesa está considerada como la de mayor calidad a nivel global. Por otro lado, lo que sí es certero es que los primeros ejemplares de este híbrido estéril se encontraron en Europa y en el medio-este.

Desde la antigüedad la menta piperita ha sido utilizada por romanos y griegos dadas sus propiedades medicinales y cada vez se descubren más características de esta planta íntimamente relacionadas con su incidencia en la salud.

La menta piperita pertenece al género *Mentha* y más concretamente a la familia de las Labiadas (Lamiaceae).

Respecto a sus principales características morfológicas y botánicas, estamos ante una hierba perenne estolonífera de aproximadamente 90 cm de altura con inflorescencias en forma de espiga y de colores púrpuras/rojizos (Figura 2.1).



Figura 2.1.- Inflorescencia de menta piperita

Las hojas son pecioladas, ovales o lanceoladas, alargadas, estrechas y, por lo general, glabras o ligeramente pubescentes, agudas y dentadas con una fuerte nerviación en el envés (Figura 2.2). Estas hojas contienen glándulas que proporcionan los aceites esenciales de ese aroma característico que todos conocemos, concretamente localizados en los pelos vegetales (tricomos) del envés de las hojas.



Figura 2.2.- Hojas de menta piperita

Los estambres de las flores púrpuras características están insertados en el cáliz. Las inflorescencias constan de verticilos considerablemente separados con cálices

glabros y tubulares. Su fruto es en forma de cápsula y puede contener de 2 a 3 semillas.

Debido a que es una hierba estéril, se reproduce por propagación vegetativa mediante rizomas subterráneos. Es una especie invasiva, con lo que es fácil encontrarla en áreas de cultivos abandonados, debido a que se ha naturalizado con mucha facilidad.

En cuanto a la esencia, ésta se produce tanto en hojas como en flores y tallo, siendo en hojas y flores donde adquiere más abundancia. Si se corta una hoja transversalmente, se podrá observar en la epidermis la presencia de unas glándulas secretoras que contienen cristales de mentol de un color amarillento, mostrando presencia del aceite esencial en todas las células de la epidermis.



Figura 2.3.-Esencia de menta piperita

¿En qué consiste esta esencia concretamente? Pues esta esencia es básicamente un líquido oleoso, transparente y de un color verde-amarillento que tiende a formar resina con el paso del tiempo al igual que adquiere un color más oscuro. El principal componente químico de esta esencia es el mentol, adquiriendo una concentración aproximada del 25 al 45 %. El resto de componentes encontrados en la esencia de la menta piperita, los cuales se encuentran en una menor concentración, son la mentona, ácido acético, alcohol amílico, aldehído isovaleriánico, pineno, cineol, felandreno, cadineno y limoneno.

El mentol, componente más característico de la menta piperita, se caracteriza por ser volátil a 215 °C, fundir a 43 °C, al igual que ser muy soluble en éter y alcohol. Es insoluble en agua.

2.2. Aspectos agronómicos y ecológicos

Respecto a las condiciones climáticas, la menta piperita se desarrolla bien en casi todo tipo de ambientes, prefiriendo los climas ligeramente cálidos, sombreados, y con mucha humedad. Le afecta muy negativamente la exposición directa de la luz del sol con lo que prefiere zonas nubladas. Cerca de ríos o cauces son zonas propicias para su propagación.



Figura 2.4.-Hábitat idóneo para el crecimiento de menta piperita

La luminosidad juega un papel importante en la producción de aceites esenciales, con lo que la cosecha se recomienda hacerla en verano, cuando los niveles de mentol son más altos debido a la larga duración de los días. Por otro lado, no debemos confundir luminosidad con exposición directa al sol ya que esta última sería muy perjudicial para la planta.

Mientras que los días largos favorecen el desarrollo de las hojas, los días cortos favorecerán el desarrollo de estolones.

La altitud también es un factor importante a tener en cuenta ya que su contenido en aceite se ve considerablemente incrementado en plantaciones situadas entre 600 y 1500 metros sobre el nivel del mar.

La temperatura óptima para su desarrollo es de 19-25 °C, viéndose favorecida considerablemente la acumulación de aceites esenciales (especialmente el mentol) con temperaturas entre diurnas - nocturnas de 30 - 17 °C, respectivamente.

Por otro lado, la brotación se ve favorecida con temperaturas de entre 2 y 5 °C, con lo que contamos con un espectro bastante amplio de temperaturas en este cultivo.

Contando con temperaturas de, aproximadamente, 30 °C a lo largo del día se incrementa la producción de materia seca en hojas. Por otro lado, los altos contrastes entre temperaturas diurnas y nocturnas pueden desencadenar en que no se produzca floración alguna, que es justamente cuando se acumulan más aceites esenciales.

Existe una relación directa entre un largo fotoperiodo y la acumulación de linalol y mentol. Por otra parte, no se ha registrado relación alguna entre el incremento de estos dos aceites esenciales y variaciones de temperatura, a parte de las citadas anteriormente.

Respecto a la luminosidad, como ya hemos dicho antes, sí que existe una relación entre ésta y el contenido en aceites esenciales. Esto es algo que se tendrá que tener especialmente en cuenta durante el periodo de cosecha, evitando días nublados y lluviosos.

En lo concerniente a las características edáficas del cultivo de la menta, aunque es un cultivo que se adapta bien a cualquier tipo de suelo, para un alto rendimiento en producción de aceite esencial se requerirán altas exigencias hídricas, suelos ricos en materia orgánica, fácilmente disgregables con una escasa compactación (suelos) y de textura arenosa/ franco-arenosa, con una alta fertilidad y buen drenaje. Se han de evitar a toda costa los suelos arcillosos y altamente compactos.

El pH puede oscilar de ligeramente ácido a neutro, siendo óptimos los valores de entre 6 - 7.

En cuanto a nutrientes, se puede afirmar que el contenido en aceites esenciales se ve incrementado por una baja concentración de boro, cobre, molibdeno, manganeso y hierro, mientras que el nitrógeno, fósforo y potasio al producir un aumento en la síntesis de proteínas nos garantizan consecuentemente un aumento en la concentración de aceites esenciales.

El nitrógeno juega un papel especialmente importante en el cultivo. Con una aportación aproximada de 200 kg/ha se incrementa la producción en materia seca y, consecuentemente, en aceites esenciales. Esto se debe a que al haber más cantidad de carbohidratos, contamos a la vez con más disponibilidad de fotoasimilados. Por otro lado, un incremento en fósforo aumentará la altura de la planta, incrementando el contenido en aceites, lo cual a priori nos interesa.

En cuanto a su implantación en el terreno, deberemos de contar con un suelo libre de malezas y bien aireado. Esto es especialmente importante, sobre todo, durante los primeros 35 a 70 días desde la plantación y entre 15 y 60 días después del primer corte, que es cuando la competencia con las malas hierbas alcanza su máximo auge. Es muy importante tener esto en cuenta especialmente si nuestro cultivo va a ir destinado a la producción de aceite esencial ya que de no librarnos de las malas hierbas obtendríamos un producto sucio y con malos olores debido a su presencia.

La alta disponibilidad de agua es algo crucial para el cultivo de la menta piperita. Estamos ante un cultivo muy sensible a la falta de agua y su ausencia afectará directamente sobre la producción de aceites esenciales, número de brotes totales y producción de biomasa en general. Se deberá regar el cultivo con abundancia al igual que mantener unas condiciones de humedad constante, especialmente durante los meses de verano, que es cuando la transpiración aumenta considerablemente.

Si se efectúa el riego de manera adecuada, nuestro cultivo crecerá muy rápido y de una manera casi invasiva, algo que se podrá controlar mediante la poda, limitando de esta manera el espacio en el cual se desarrollará.

Aunque la frecuencia de riego aumentará considerablemente durante los meses más calurosos, no se puede estimar cual sería la correcta ya que esta variará considerablemente en función del terreno, agentes climáticos, radiación solar etc.

Aunque, generalmente, se ha desaconsejado la implantación de un sistema de riego por aspersión en el cultivo de la menta piperita debido a su supuesta mayor propensión a enfermedades de carácter fúngico, recomendándose el sistema de riego por surcos, hay muchas evidencias en otros cultivos en los que no se ha encontrado una relación directa entre el riego por aspersión y enfermedades causadas por hongos. Además, el requerimiento/preferencia por parte de la menta piperita de ambientes sombríos y con bastante humedad, ponen aún más en cuestión la afirmación expuesta al principio de este párrafo.

El rendimiento de la menta piperita inglesa se sitúa entre 7.000 y 11.000 kg/ha de materia verde, obteniendo 2.500 kg/ha de materia seca y de 20 - 45 kg/ha de aceite esencial. De esta manera obtenemos un rendimiento en aceite aproximado del 2,5 % en función del peso seco y de un 0,3 % en función del peso fresco.

Las malezas, son un potencial peligro para la menta piperita, ya que pueden devaluar nuestro producto hasta tal punto de que pierda todo su valor en el mercado. Para eliminarlas, sería una buena práctica aplicar herbicidas antes de plantar, para garantizar una menor competencia

Respecto al control mecánico podemos usar rastras rotativas, azadas o escardillos.



Figura 2.5.-Escardillo para control manual de malas hierbas.



Figura 2.6.- Rastra rotativa para control mecánico de malas hierbas

Por otro lado, para el control químico tal y como hemos dicho antes, se recurrirá al uso de herbicidas como por ejemplo C17H26ClNO3S, con una dosis de 0,4 a 0,65 L/ha. Este es un herbicida post emergencia de carácter sistémico que se centra en las gramíneas. Se caracteriza por su rápida absorción y su fácil traslocación desde las hojas hasta la raíz.

También se podría hacer uso de Galan (Haloxifop- R metil), un herbicida también sistémico y de post emergencia que controla de una manera más selectiva gramíneas anuales y perennes, especialmente en cultivos de hoja ancha. Se presenta en forma de concentrado emulsionable y se absorbe por vía foliar, traslocándose al sistema radicular, estolones o rizomas, interrumpiendo así el crecimiento de las malas hierbas. La dosis aproximada para su uso sería de 0,5 a 1 Litro por hectárea.

Otro factor importante a tener en cuenta son las plagas y enfermedades.

Uno de las plagas que más daño causa en este cultivo es *Kaltenbachiella menthae*, también conocido como el pulgón lanífero de la menta (Figura 2.7). Ataca directamente a la raíz y es especialmente propenso en suelos secos. Para su control, se recomienda la aplicación de algún insecticida organofosforado que actúe por ingestión, inhalación o contacto.



Figura 2.7.- Imagen de Pulgón Lanígero de menta piperita

Los nematodos también pueden ser un problema potencial. Especialmente las siguientes especies: *Meloidogyne hapla*, *Longidorus elongatus* y *Paratylenchus macrophallus*.



Figura 2.8.- Imagen de *Meloidogyne hapla*.

Una manera efectiva de combatirlos podría ser mediante la aplicación de algún nematicida que actúe por contacto como por ejemplo Abamectina.

Los síntomas que pueden padecer las plantas afectadas por alguna de estas especies de nematodos pueden ser la adquisición de un color rojizo en las hojas, al igual que un aspecto general más grueso y de menor altura.

Seguidamente en cuanto a las posibles enfermedades que puede adquirir este cultivo destacan: La roya (*Puccinia menthae*):



Figura 2.9.- Imagen de Puccinia menthae.

Podredumbre de raíz (*Sclerotium rolfsii*):



Figura 2.10.- Imagen de Sclerotium rolfsii.

Marchitez (*Verticillium sp*):



Figura 2.11.- Imagen de Verticillium sp

y el oidio (*Erysiphe cichoracearum*):



Figura 2.12.- Imagen de *Erysiphe cichoracearum* sp

La roya se caracteriza por infectar los tejidos a través de los rizomas, extendiéndose hasta hojas y tallos especialmente, provocando bultos de color amarillo que luego se oscurecen con el paso del tiempo y que provocarán una posterior defoliación. Para evitar posibles pérdidas económicas en caso de aparecer esta enfermedad en la fase final del cultivo sería recomendable adelantar la cosecha.

La roya, debido a su carácter sistémico es difícil de controlar, pero existen algunas alternativas, como por ejemplo la aplicación de Maneb, a razón de entre 1,5 y 2 kg por hectárea o el diclorobutrazol a una concentración de 12,5 %, aplicando dosis de 1 kg por hectárea.

Por otro lado, la podredumbre de la raíz (*Sclerotium rolfsii*) ataca a las raíces provocando también una posterior defoliación. Se puede combatir indirectamente mediante el uso de tratamientos preventivos, generalmente derivados de la dicarboxidamida, como por ejemplo Oxarbazepina, Rufinamida o Eslicarbazepina.

En cuanto a la cosecha, se realizan dos cortes. El mejor momento para hacerlos en un cultivo destinado a la obtención de aceite esencial es durante el inicio del verano, realizando el segundo corte en otoño. Por otro lado, si lo que se busca es cosechar hoja seca, realizaremos un solo corte, normalmente con máquinas

segadoras, similares a las utilizadas para la cosecha de alfalfa. Realizaremos el corte a una altura aproximada de entre 5 y 10 centímetros sobre el suelo. La cosecha, en este caso, se ha de hacer antes de la floración, ya entrada la primavera, cuando contemos entre 14 y 16 horas de luz diarias.



Figura 2.13.- Cosecha manual de la menta.

En cuanto a su implantación al terreno, contamos con varias opciones:

La primera es mediante esquejes, a principios de primavera o mediados de invierno. La segunda mediante brotes laterales en primavera/ finales de otoño.

Luego tenemos la posibilidad de propagarla mediante rizomas extrayendo fragmentos de la raíz durante el otoño, cerciorándonos de que no midan más de 3 cm. Luego se plantarán sobre el terreno o preferiblemente en maceta en lugares donde las temperaturas sean más bajas.

Por último, la cuarta posibilidad es la de realizar trasplante 3 semanas de haber sido sembradas para plantar en suelo en verano cuando las plántulas se puedan manejar. Este método trae consigo el impedimento de que las características genéticas de los padres de la plántula habrán variado, produciendo ejemplares poco afines. Se recomienda regar justo después del trasplante y de 10 a 20 días después.

2.3.- Aspectos “medicinales” (farmacéuticos) y cosméticos.

Los usos de la menta piperita son muy diversos, desde farmacéuticos, alimenticios, cosméticos, hasta para elaboración de licores y vinagres.

La planta tiene propiedades medicinales digestivas, coleréticas, antifúngicas, antivirales, estimulantes, antiespasmódicas y eupépticas.

Desde los tiempos de los griegos y los romanos se ha empleado su aceite esencial para la eliminación de dolores musculares, neurálgicos y reumáticos aplicado en la piel de las zonas musculares afectadas.

También, la menta piperita ha sido conocida por su rápida acción a la hora de eliminar migrañas, cuando se aplica su aceite esencial en las sienes.



Figura 2.14.- Imagen publicitaria sobre los efectos beneficiosos de la menta en el control/alivio de las migrañas.

En modo de infusión se utiliza para favorecer el tránsito digestivo, especialmente en digestiones lentas o abundantes.



Figura 2.15.- Imagen de una infusión a base de menta

Se ha probado científicamente su eficacia a la hora de mejorar dificultades respiratorias, calmar convulsiones o espasmos y, más recientemente, se ha probado su eficacia a la hora de utilizarse como un tratamiento para el crecimiento del cabello.

En un estudio realizado en Corea en el 2014 y cuyos resultados fueron publicados en el "Toxicological Research" en 2015 por Ji Young Oh, Min Ah Park y Young Chul Kim se afirma que existe una relación evidente entre la aplicación de aceite esencial de menta piperita en el cuero cabelludo y el crecimiento del cabello, superando incluso a productos ya establecidos y utilizados por millones de usuarios a nivel mundial como el Minoxidil. El mentol, principal sustancia encontrada en el aceite esencial, aumenta el flujo sanguíneo en la zona donde se aplique, lo cual va íntimamente relacionado con el crecimiento del cabello, ya que esto provoca una sobreoxigenación de los poros de la epidermis y consecuentemente una estimulación de los folículos según el estudio.

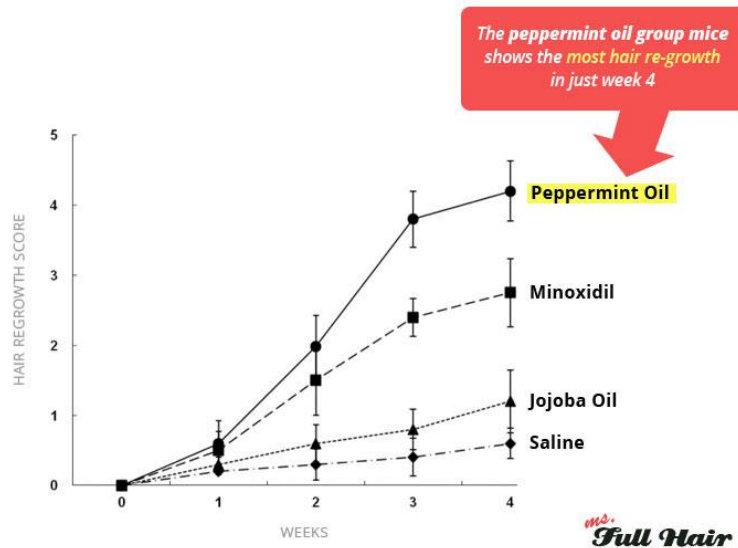


Figura 2.16.- Análisis comparativo del efecto del aceite de menta sobre el crecimiento del cabello

En ese mismo estudio se llegó a la conclusión de que una solución de mentol al 4 % causaba una dilatación de los vasos sanguíneos, aumentando así el flujo de la sangre. Esto, aunque no se ha relacionado directamente con el crecimiento del cabello, puede guardar relación con el hecho de que una circulación de sangre más eficiente en la epidermis de la zona afectada puede estimular el crecimiento del pelo.

Debido al impacto que han podido tener estos estudios, además de por su fragancia y efecto refrescante, la menta ha sido integrada en pequeñas cantidades por diversas marcas de champús y productos para el cabello.

Muchos productos indicados para el cuidado de la piel, limpiadores y tonificadores contienen un pequeño porcentaje de mentol, de esta manera se consiguen dos cosas: En primer lugar una sensación de limpieza y frío agradable y en segundo lugar una fragancia del propio producto mucho más agradable, camuflando de esta manera cualquier tipo de olor químico, además de disfrutar de las propiedades regenerativas y calmantes de la menta. De esta misma manera desde hace bastante tiempo, pequeñas concentraciones de mentol se han incluido en productos cosméticos, concretamente en fragancias y perfumes.



Figura 2.17.- Imagen de diferentes perfumes con esencia de menta piperita

Por otro lado, cabe destacar uno de los fines más comunes de la menta piperita, su uso en dentífrico dental o pasta de dientes.

Las pastas de dientes comerciales suelen contener xilitol y mentol, ambos encontrados en el aceite esencial de la menta piperita. El mentol apoya las membranas mucosas, calma inflamaciones de origen gastrointestinal, limpia los pulmones y las vías respiratorias. Aporta una sensación de frescor, alivia dolores de garganta y nariz debido a su efecto anti-inflamatorio y refresca el aliento.

Por otro lado, el xilitol combate las bacterias, previene la placa, refuerza el esmalte dental, estimula la producción de saliva y por último es responsable de una remineralización de los dientes debido a que promueve la formación de complejos de calcio y proteínas.

En cuanto a la acción antiséptica de la menta piperita, ésta se ha comprobado a la hora de tratar a gente con problemas de piel, erupciones, acné, picaduras de insectos etc. Triturar sus hojas y aplicarlas en la piel con agua fresca ayuda a acelerar la cicatrización y curar las heridas.

La misma filosofía se puede aplicar a la hora de tratar infecciones de carácter respiratorio, evitar congestiones y tratar enfermedades como el asma y la bronquitis. Su acción contra la tos productiva es especialmente eficaz debido a su contenido en ácido acético, lo cual ayuda a la hora de disolver mucosidades de los bronquios, facilitando su posterior expulsión, de ahí sus propiedades mucolíticas.

Seguidamente, en cuanto a sus propiedades coleréticas, podemos afirmar que la menta piperita, al igual que otras muchas variedades de la menta, tiene una alta

capacidad para estimular el hígado, provocando secreción de la bilis. Algo que se puede utilizar para tratar cólicos abdominales y para mejorar la indigestión, en caso de querer compensar una acción insuficiente del hígado. Estos beneficios se pueden aprovechar, consumiendo la menta piperita en forma de infusión.



Figura 2.18.- Imagen publicitaria sobre los efectos beneficiosos de la menta en el alivio de problemas estomacales.

Los flavanoides y el aceite esencial de la menta piperita son muy útiles también por sus propiedades antiespasmódicas. Para prevenir espasmos al igual que vómitos y dolores de estómago, especialmente después de comidas muy abundantes, la menta piperita es considerada como una planta digestiva ya que aumenta las secreciones digestivas.

En cuanto a su uso en cocina, se pueden destacar que, aparte de su uso por su frescor y sabor, es una rica fuente de hierro, potasio, cobre, al igual que vitaminas C, A y B. Adicionalmente, contiene fibra y carbohidratos, lo cual la hace idónea para la preparación de salsas para condimentar con carnes, para la elaboración de galletas, enriquecer el sabor de helados y gelatinas y, obviamente, para la elaboración de infusiones y bebidas refrescantes y licores.

2.4.- Situación del cultivo de la menta en el mundo

En 2014, la producción mundial de menta piperita fue de 106.252 toneladas (Tabla 2.1). Esta producción mundial está liderada por Marruecos, con un 92 % de la producción total según FAOSTAT y seguida por Argentina, con un 6 %. México, Bulgaria, China, Jordania, España, Japón y Georgia cierran la lista de los nueve primeros países productores.

Tanto en Marruecos como en Argentina, la finalidad de este cultivo parece estar enfocada en la misma dirección, la producción de aceite esencial para la elaboración de pasta de dientes y chicles mentolados.

Tabla 2.1.- Producción mundial de menta piperita en el año 2014

País	Posición	toneladas
Marruecos	1	98.453
Argentina	2	7.087
México	3	343
Bulgaria	4	218
China	5	164
Jordania	6	120
España	7	90
Japón	8	36
Georgia	9	26
TOTAL		106.252

Fuente: FAOSTAT, 2014

Un pequeño porcentaje de menta piperita es cultivado en Canadá, Gran Bretaña, Australia, Tasmania y Nueva Zelanda.

China, Japón e India son los mayores productores de esta planta en el continente asiático. El incremento de la demanda a nivel mundial está actualmente en un 5 % cada año, a causa de la expansión del mercado asiático.

El mayor mercado de aceites esenciales de menta piperita está en Estados Unidos, siendo las principales marcas de refrescos los dueños de este mercado. Seguidamente Japón y Inglaterra son los siguientes líderes en mercado.

Respecto al precio de mercado, éste está regulado por la oferta y demanda marcada por los principales productores (Marruecos y Argentina). Debido a que estos países cuentan con unos costes de mano de obra muy bajos, si se quiere implantar el cultivo fuera de estos dos países, sería inteligente optar por cultivo orgánico (ecológico), ya que este tiene mayor demanda y, por lo tanto, mayor beneficio.



Figura 2.19.- Plantación de menta piperita marroquí.

Por otro lado, Estados Unidos es el líder de la producción de aceite esencial de menta piperita según "ScienceDaily.com". La mayoría de la producción de este aceite está concentrada en el Noroeste pero recientemente se ha ido desplazando hacia el sur de Estados Unidos, algo que no se creía posible hasta que los propios agricultores de la zona han confirmado que con una buena reserva de nitrógeno, el cultivo crece sin ningún problema.

El segundo país productor de aceite esencial es India, tradicionalmente, este país exportaba aproximadamente un 30 % de lo que exporta Estados Unidos pero últimamente esta cifra se ha incrementado según un artículo publicado por Rajesh Ravi en el "Financial Express"

Debido a que el precio del aceite esencial de origen indio es considerablemente más barato, derivado del bajo coste de mano de obra, esto permite al mencionado

país competir bien en el mercado, con un precio aproximado de 15 libras por kilo, respecto a las 25 libras por kilo del aceite esencial estadounidense.

Por último, China es el tercer mayor productor de aceite esencial de menta piperita en el mundo. Utilizada por sus múltiples usos medicinales en la medicina tradicional China, generalmente para tratar problemas relacionados con el hígado (digestivos) y los pulmones (respiratorios).

Concluyendo, el precio aproximado de aceite esencial de menta en el mercado actual es de 22 Euros/kg, mientras que el de hojas secas es de 6 Euros/kg.

2.5.- Situación del cultivo en España

Aunque no existe mucha información publicada relacionada con el cultivo de la menta piperita en España, con 90 toneladas al año somos la séptima potencia mundial en su producción según la información publicada por FAOSTAT.

En nuestro país, ya que no es una planta mediterránea, las zonas más adecuadas para su producción son las comarcas pirenaicas y desde Galicia hasta el País Vasco.

Con el fin de obtener un poco más de información acerca del cultivo en España, nos hemos puesto en contacto con viveros de la zona que la comercializan, obteniendo respuesta por parte del vivero "A Angustia", situado en Galicia. Lo que nos comentaron es que, al menos ellos, la producen principalmente para mercado amateur, concretamente para su venta en mercados de jardinería, teniendo ocasionalmente algún productor que les encargaba plantel tanto de la variedad piperita como spicata, en este caso para ser envasada en fresco y luego ser distribuida en una gran superficie.

Se puede concluir, que se está ante una planta cuyo mercado está en auge a nivel mundial, generando el mercado de aceites esenciales una media de 6.6 billones de dólares cada año, y que, por alguna razón, en nuestro país no se ha implantado lo suficiente. Dado que se cumplen las condiciones idóneas para su cultivo, especialmente en las zonas del norte, puede ser una buena oportunidad para ir incluyéndola progresivamente en las alternativas y rotaciones en estas zonas del país, donde se cumplen las condiciones ambientales apropiadas para su cultivo.

3.- ESTUDIO DE CASO: INCLUSIÓN DEL CULTIVO DE MENTA EN UNA EXPLOTACIÓN:

3.1: Situación actual de la explotación:

3.1.1 Descripción y Localización



Figura 3.1.1.- Explotación en la que se llevará a cabo el estudio

Debido a las condiciones climatológicas y edáficas de la zona, las cuales veremos en profundidad a continuación, se ha decidido localizar la explotación,

que cuenta con una superficie aproximada de 7 hectáreas, en el municipio gallego de Bergondo, a 18 km al sureste de A Coruña (figura 3.1.1).

Esta explotación es en origen un pastizal que se ha destinado durante más de 50 años a la ganadería.

Bergondo, cuenta con una superficie de 33 kilómetros cuadrados. Situado a una altitud de 68 metros al nivel del mar, cuenta con una población de 6.602 habitantes y una densidad de 202,5 habitantes/km²

Desde hace mucho tiempo, este municipio se caracteriza por su larga tradición joyera y su arte civil y religioso, de entre los cuales destacan el monasterio de San Salvador y el Pazo de Mariñán.

Respecto a sus alrededores, al norte se sitúan los pueblos de Casal, Mesoiro, Ouces y A Lagoa, con la costa a escasos 3,5 kilómetros al norte de la Iglesia Santa Marta de Babio, localizada esta misma a escasos metros de la explotación.

Al sur-este encontramos los pueblos de Miodelo y Betanzos, situados a 2 y 6,5 kilómetros respectivamente, mientras que a escasos 2 kilómetros al oeste, se sitúan los pueblos de Armuño y Lubre. Por último a 4,5 kilómetros al sur, se encuentra la villa de Suso.

En cuanto a las comunicaciones y accesibilidad de la parcela, se puede acceder a la misma haciendo uso de las carreteras CP-0808 y CP-0801 al sur al igual que la AP-9 y la A-6, la AC-164 por el este y oeste y la DP-0813 al norte.

Respecto a la pendiente del terreno, la figura 3.1.2 muestra una imagen de la parcela. La pendiente máxima es del 4 % y la mínima del 1 %.



Figura 3.1.2.- Perfil de terreno. Fuente: Google Earth.

3.1.2 Características Climáticas

Para la obtención de los datos climáticos contábamos inicialmente con 2 opciones: la estación de Boimorto, situada a 43,4 kilómetros al sur de Bergondo, y la estación de a Capela, a 36 kilómetros al noreste.

Inicialmente escogimos la estación de a Capela de la red SIAR (Servicio de Información Agroclimática del Regadío) por su proximidad a la parcela, pero pronto nos dimos cuenta de que los datos no eran representativos del clima de la zona debido a la gran diferencia de altitud existente entre la estación y la parcela, concretamente, 300 metros de diferencia.

Esto nos llevó a realizar una nueva toma de datos, esta vez de la estación de A Coruña, proporcionados por la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología).

3.1.2.1 Temperaturas

La Tabla 3.1.1 recoge los valores de los principales parámetros que caracterizan el régimen térmico de la zona.

Tabla 3.1.1.- Régimen de temperaturas (serie climática: 1981-2010)

Mes	tm (°C)	Ta (°C)	ta (°C)	Tmáx (°C)	t min (°C)
Enero	10,8	13,5	8,1	21,2	-2,0
Febrero	11,1	14,1	8,0	27,4	0,1
Marzo	12,4	15,5	9,2	28,2	0,6
Abril	13,0	16,2	9,9	31,6	2,0
Mayo	15,0	18,1	12,0	34,0	2,2
Junio	17,4	20,6	14,3	34,8	4,2
Julio	19,0	22,1	15,9	34,5	9,9
Agosto	19,6	22,8	16,4	39,6	9,4
Septiembre	18,6	22,0	15,2	31,9	5,2
Octubre	16,1	19,1	13,0	31,5	4,0
Noviembre	13,3	16,0	10,5	25,0	1,0
Diciembre	11,5	14,1	8,9	25,6	-1,0
Año	14,8	17,8	11,8	39,6	-2,0

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

El significado de las siglas utilizadas es el siguiente:

tm: Temperatura media, en °C.

Ta: Temperatura media de máximas, en °C.

ta: Temperatura media de mínimas, en °C.

Tmáx: Temperatura máxima absoluta, en °C.

t min: Temperatura mínima absoluta, en °C.

Partiendo del hecho de que estamos ante un cultivo que se caracteriza por tener una buena capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas, en lo que al régimen térmico se refiere, y viendo que en esta zona no se alcanzan valores

térmicos muy extremos, no se observa, en principio, ningún tipo de impedimento serio para su crecimiento con estas temperaturas.

Su crecimiento óptimo se situaría en temperaturas de entre 19 y 25 °C, algo que teniendo en cuenta las máximas, mínimas y medias, se cumpliría sin complicaciones, o en caso de no ser así, estaríamos ante un umbral muy cercano, el cual se mantendrá a lo largo del tiempo dada la suavidad de las temperaturas de la zona.

Es extremadamente improbable que el cultivo vaya a sufrir daños importantes por heladas, ya que al observar las temperaturas mínimas la media de mínimas es igual o superior a 8° C durante todo el año, y el número medio de días de helada es de 0,1 heladas en el mes de enero.

Por otro lado, las temperaturas medias de máximas, no cuentan con mucha diferencia respecto a las anteriores (media de mínimas), lo cual confirma lo anterior, que estamos ante un clima muy suave con una variación de temperaturas pequeña o moderada.

3.1.2.2 Radiación Solar

En la tabla 3.1.2 podemos observar los valores medios de radiación solar obtenidos para cada mes desde 1981 hasta el 2010.

Tabla 3.1.2.- Radiación Solar (1981-2010)

Mes	Radiación solar (MJ/m2 * día)	Días despejados
Enero	5,8	3,6
Febrero	8,5	3,6
Marzo	12,2	4,4
Abril	16	3,5
Mayo	18,7	2,3
Junio	20,8	4,3
Julio	20,6	5,4
Agosto	19,1	5,2
Septiembre	14,6	5,7

Octubre	9,8	3,5
Noviembre	6,4	2,7
Diciembre	5	4,6
Año	13,1	48,6

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología y elaboración propia.

Teniendo en cuenta que la menta piperita es bastante sensible a la luz solar directa, deberemos de tener especial cuidado, especialmente durante los meses más soleados (Junio, Julio, Agosto y Septiembre). Por otra parte, como se puede apreciar en la tabla anterior, el número medio de días despejados (con importante porcentaje de la radiación solar en forma de radiación directa) no supera los 6 días/mes, con lo que no parece que el cultivo vaya a ser expuesto a radiación solar directa durante suficiente tiempo como para sufrir daños.

3.1.2.3 Precipitación

A continuación en la tabla 3.1.3 podemos observar los datos obtenidos de precipitación media, precipitación efectiva, número medio de días de precipitación mensual y precipitación máxima en 24 horas (l/m²).

La precipitación efectiva se ha calculado a partir de la precipitación media mediante el uso del software CROPWAT, proporcionado por la FAO (Food and Agriculture Organization), que utiliza, a su vez, el método del Servicio de Conservación de Suelos del USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos).

Tabla 3.1.3.- Precipitación (1981-2010)

Mes	P (mm)	Pef (mm)	n (días)	P máx (mm)
Enero	112,0	91,9	14,0	95,0
Febrero	88,0	75,6	12,0	42,2

Marzo	75,0	66,0	11,5	132,7
Abril	88,0	75,6	13,3	46,6
Mayo	74,0	65,2	11,1	47,4
Junio	44,0	40,9	6,7	64,2
Julio	34,0	32,2	5,5	60,6
Agosto	35,0	33,0	5,7	77,1
Septiembre	64,0	57,4	7,9	54,3
Octubre	130,0	103,0	12,9	64,1
Noviembre	138,0	107,5	14,3	95,6
Diciembre	131,0	103,5	14,6	70,0
<u>Año</u>	1.014	852,0	129,6	132,7

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología y elaboración propia con CROPWAT.

El significado de las siglas utilizadas es el siguiente:

P: Precipitación media.

Pef: Precipitación media efectiva.

n: número medio de días de precipitación.

Pmáx: Precipitación máxima registrada en 24 h.

Se puede observar que los meses de más lluvia son Octubre, Noviembre y Diciembre, acumulándose en este periodo hasta el 40 % del agua llovida durante la totalidad del año.

A pesar de que la precipitación anual es elevada, en los meses de verano las precipitaciones se sitúan entre 30 y 40 mm, por lo que, muy probablemente, será necesario realizar aportes de agua en forma de riego durante los meses de más calor, que son a la vez aquellos en los que menos llueve y la radiación solar es más alta (Junio, Julio, Agosto y Septiembre).

3.1.2.4 Humedad Relativa

La Tabla 3.1.4 recoge los valores de humedad relativa media de aire de la zona.

Tabla 3.1.4.- Humedad relativa media del aire (1981-2010)

Mes	HR (%)
Enero	75
Febrero	73
Marzo	72
Abril	73
Mayo	75
Junio	76
Julio	77
Agosto	77
Septiembre	76
Octubre	77
Noviembre	77
Diciembre	75
Año	75

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.

En la tabla 3.1.4 podemos observar que estamos ante un clima húmedo con una humedad relativa media elevada y bastante constante a lo largo del año dada su proximidad al mar.

Esto va a ser algo muy beneficioso para nuestro cultivo dadas las altas exigencias de humedad que requiere.

3.1.2.5 Viento

En la tabla 3.1.5 podemos observar los datos relativos al viento (velocidad media y dirección). La dirección está expresada en grados sexagesimales (°) contados en sentido positivo en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte geográfico.

Tabla 3.1.5.- Régimen de viento (1981-2010)

Mes	V (m/s)	Dir (°)
Enero	2,12	110,5
Febrero	2,87	116,3
Marzo	3,87	197,32
Abril	1,86	90,1

Mayo	2,30	183,2
Junio	1,46	44,21
Julio	1,92	31,39
Agosto	2,14	34,21
Septiembre	1,93	200,21
Octubre	2,12	170,27
Noviembre	2,86	154,32
Diciembre	2,27	140,23
Año	2,31	

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología / Servicio Integral de Asesoramiento al Regante

Contamos con una velocidad media de 2,31 m/s (8,31 km/h) lo cual es un valor aceptable para nuestro cultivo. El valor medio máximo de 3,87 m/s se da en Marzo, y el mínimo en Junio con 1,47 m/s.

3.1.2.6 Evapotranspiración

Los datos de evapotranspiración de referencia (ET_o), en mm/mes, se muestran en la Tabla 3.1.6.

Tabla 3.1.6.- Evapotranspiración de referencia (ET_o) (1981-2010).

Mes	ET_o (mm/mes)
Enero	33,01
Febrero	44,35
Marzo	72,35
Abril	76,38
Mayo	96,78
Junio	106,20
Julio	114,86
Agosto	108,96
Septiembre	82,21
Octubre	57,65
Noviembre	41,63
Diciembre	32,67

Año	867,07
------------	---------------

Fuente: Elaboración propia con CROPWAT a través de datos climáticos obtenidos por Agencia Estatal de Meteorología.

La evapotranspiración se define como la pérdida de agua bajo forma de vapor desde un suelo con cubierta vegetal, a través de la evaporación y de la transpiración, durante un intervalo de tiempo determinado.

Por otro lado la ETo (evapotranspiración de referencia) hace referencia al mismo concepto pero aplicado a un cultivo concreto (cubierta de gramíneas pratenses perennes), bajo unas condiciones de manejo determinadas (altura de entre 8 y 15 cm, albedo de 0,23, en crecimiento activo, cubre o sombrea todo el suelo y no sufre restricciones en la disponibilidad hídrica). La ETo representa la demanda evaporativa de la atmósfera, por lo que para su cálculo se utilizan exclusivamente parámetros climáticos.

Estos datos se han obtenido una vez más mediante la aplicación de la FAO llamada CROPWAT, que utiliza la ecuación de Penman-Monteith, a partir de los datos proporcionados en el anterior párrafo y los valores de altitud, latitud y longitud.

Se puede observar que los valores más altos de evapotranspiración de referencia se alcanzan durante los meses más calurosos del año (Julio y Agosto), con 114,86 y 108,96 mm (3 – 4 mm/día), mientras que los meses de Diciembre y Enero se alcanzan los valores más bajos con 33,01 y 32,67 mm (equivalentes, prácticamente, a 1 mm/día)

3.1.2.7 Clasificación Climática

Para llevar a cabo la clasificación climática de la zona en la que se desarrollará nuestro cultivo utilizaremos el método propuesto por UNESCO-FAO, el cual tiene en cuenta las siguientes variables: temperatura, aridez e índice xerotérmico.

3.1.2.7.1 Temperaturas

En primer lugar analizaremos las temperaturas, empezando por la temperatura media del más frío, siendo esta de **10,8 °C** en el mes de Enero. Se puede concluir que estamos ante un clima **Templado- Cálido** tal y como se puede observar en la tabla 3.1.7.

Tabla 3.1.7.- Clasificación por temperatura

CLASE	CONDICIÓN
Grupo 1	$tm1 > 0$
Cálido	$tm1 \geq 15$
Templado-cálido	$15 > tm1 \geq 10$
Templado-medio	$10 > tm1 > 0$
Grupo 2	$0 \geq tm1$
Templado-frío	$0 > tm1 \geq -5$
Frío	$-5 > tm1$
Grupo 3	$0 > tm12$
Glacial: todos los meses del año con tm negativa.	$0 > tm12$

Por otra parte, la clasificación de UNESCO – FAO hace una caracterización del tipo de invierno basándose en la temperatura media de mínimas del mes más frío (Media de mínimas del mes más frío = 8 °C (Febrero). A ese valor le corresponde la catalogación de **invierno cálido** ($11 > ta \geq 7$).

Por tanto, desde el punto de vista del régimen de temperaturas se trata de un **clima templado-cálido con invierno cálido**.

3.1.2.7.2 Aridez

Con la aridez determinamos la existencia o no de periodos secos. Consideramos mes seco el cual la precipitación media (mm) es menor o igual a dos veces su temperatura media (°C):

Tabla 3.1.8.- Aridez en función de la Precipitación y la temperatura media.

<u>Mes</u>	<u>P (mm)</u>	<u>tm (°C)</u>
Enero	112	10,8
Febrero	88	11,1
Marzo	75	12,4
Abril	88	13,0
Mayo	74	15,0
Junio	44	17,4
1Julio	34	19,0
Agosto	35	19,6
Septiembre	64	18,6
Octubre	130	16,1
Noviembre	138	13,3
Diciembre	131	11,5

Fuente: AEMET y elaboración propia con CROPWAT.

Al existir un único periodo seco, constituido por los meses de Julio y Agosto, concluimos que estamos ante un clima **Xérico**.

3.1.2.7.3 Índice Xerotérmico

Para cada uno de los meses del periodo seco se calcula el índice xerotérmico mensual (X_i), que representa el número de días de ese mes que tienen la catalogación de "biológicamente secos".

$$Xi = [(N - (n + b/2)) * K$$

Siendo:

Xi: Índice xerotérmico mensual.

N: Número de días del mes.

n: Número de días de lluvia.

b: Número de días de rocío + número de días de niebla

K: Coeficiente en función de la humedad relativa

En primer lugar calculamos el coeficiente K en función de la humedad relativa:

Tabla 3.1.9.- Aproximación de K en función de la humedad relativa (Hr)

K (Hr)	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Hr (%)	<40	40-59,	60-79,9	80-89,9	90-99,9	100

Fuente: FAO.

Seguidamente calculamos la b, elemento de la fórmula del índice xerotérmico que representa la suma de la media mensual de días de niebla más los días de rocío:

Tabla 3.1.9.- Suma de días de lluvia y días de rocío.

Mes	Días de lluvia (n)	Días de niebla	Días de rocío	b
Julio	5,5	6,7	16	22,7
Agosto	5,7	6,2	15	21,2

Fuente: AEMET y elaboración propia.

Una vez calculados los días de rocío más los días de niebla ya se pueden calcular los índices xerotérmicos mensuales:

$$Xi = [(N - (n + b/2)) * K]$$

Tabla 3.1.10.- Cálculo del índice xerotérmico mensual.

Mes	N	n	b	HR (%)	K	Xi
Julio	31	5,5	22,7	77	0,8	11,32
Agosto	31	5,7	21,2	77	0,8	11,76

Fuente: AEMET y elaboración propia.

Por último, sumamos los índices xerotérmicos mensuales para obtener el índice xerotérmico anual:

$$11,32 + 11,76 = 23,08 \text{ días}$$

Con este valor, finalmente concluimos que a este clima ya clasificado como Xérico le corresponde el subtipo mediterráneo de transición como se puede observar en la tabla 3.1.11:

Tabla 3.1.11.- Subtipos en función del índice xerotérmico anual.

Subtipos	Los meses con $P_i < 2t_m$ son consecutivos.
Desértico	$X > 300$
Subdesértico acentuado	$300 \geq X > 250$
Subdesértico atenuado	$250 \geq X > 200$
Xeromediterráneo	$200 \geq X > 150$
Termomediterráneo acentuado	$150 \geq X > 125$

Termomediterráneo atenuado	$125 \geq X > 100$
Mesomediterráneo acentuado	$100 \geq X > 75$
Mesomediterráneo atenuado	$75 \geq X > 40$
Submediterráneo de transición	$40 \geq X > 0$
Tropical acentuado	$200 \geq X > 150$
Tropical medio	$150 \geq X > 100$
Tropical atenuado	$100 \geq X > 40$
Tropical de transición	$40 \geq X > 1$

Fuente: FAO.

En resumen, de acuerdo a la clasificación climática de UNESCO-FAO el clima de la zona objeto de este estudio es un **clima templado-cálido, con invierno cálido, xérico, submediterráneo de transición.**

3.1.3 Características Edáficas

Respecto a las condiciones edáficas, se procede a hacer una calicata de 50 cm, procediendo a analizar las muestras de suelo pertinentes.

La Tabla 3.1.12 muestra los resultados obtenidos, llegando a las siguientes conclusiones:

Tabla 3.1.12 .- Resultados del análisis edáfico

Elemento de análisis	Resultados
Arena (%)	60
Limo (%)	30
Arcilla (%)	10
Textura (USDA)	franco-arenosa
pH (agua, 1:2,5)	6,68
Conductividad eléctrica (es), dS/m	0,21
Materia orgánica (%)	7

Fósforo (ppm)	25
Calcio (ppm)	300,6
Potasio (ppm)	131
Magnesio (ppm)	60,8
Sodio (ppm)	160,9
Carbonatos (%)	0,49
Relación de adsorción de Sodio (RAS)	0,7
Boro (ppm)	0,60
Nitrógeno (ppm)	30

Fuente: Elaboración propia.

La textura es de tipo franco-arenosa con un 60 % de arena, 30 % de limo y un 10 % de arcilla. Este tipo de suelos se caracterizan por su alta permeabilidad, lo cual es considerablemente favorable, ya que evitará problemas por asfixia radicular. Teniendo en cuenta que el cultivo prefiere texturas franco arenosas, la situación actual es muy positiva ya que al contar con un suelo que cumple con esas características no será necesario aportar elementos para alterar la composición estructural del suelo ya existente.

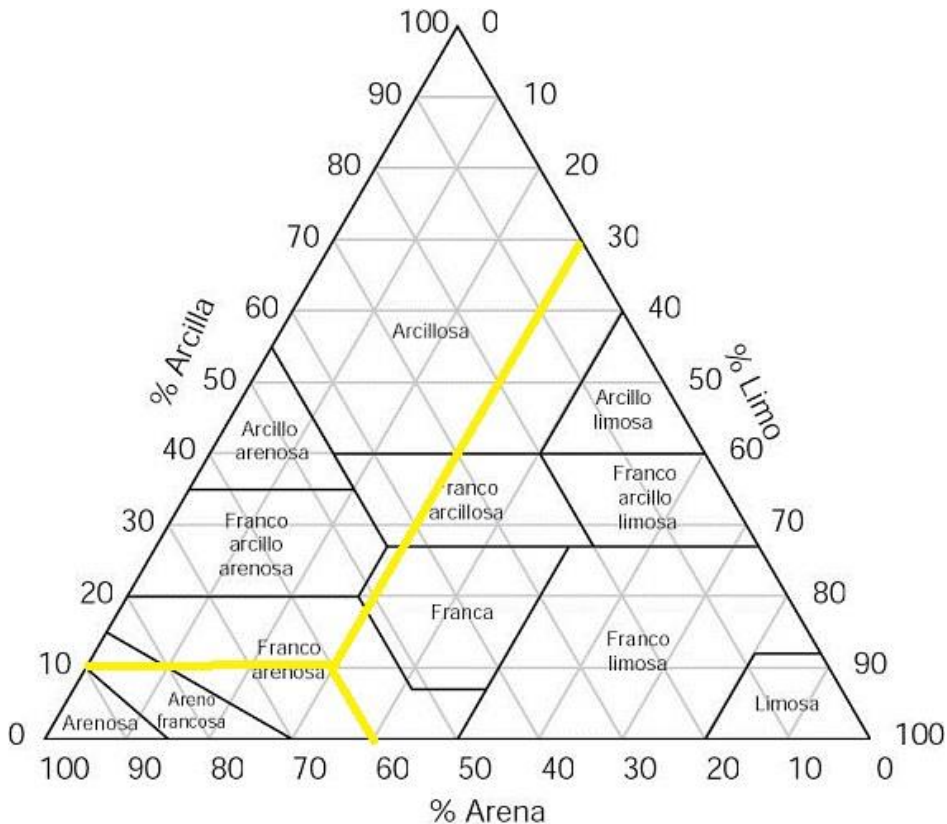


Figura 3.1.3.- Diagrama triangular de textura (USDA).

Por otro lado el suelo cuenta con una estructura granular de consistencia blanda, dominada por la presencia de partículas de arena, pero con el suficiente contenido en arcilla y sedimentos para tener la suficiente plasticidad y fertilidad, lo cual sigue siendo compatible con nuestro cultivo.

Cuando se comprime este suelo, guarda su forma original pero se disgrega fácilmente después. En general, estos suelos cuentan con la característica de poder deshacerse de excesos de humedad, pero a la vez con una capacidad baja de retener agua y nutrientes.

Esto va a condicionar las labores que se llevarán a cabo, ya que para nuestro cultivo es importante contar con un suelo que tenga una buena capacidad de retención de agua dadas sus altas exigencias hídricas, esto se puede resolver incrementando la frecuencia de riego.

Los cultivos que crecen en este tipo de suelos (franco-arenosos) requieren riego y fertilización más frecuente que otros suelos con más concentración de arcilla y sedimentos.

El suelo cuenta con un perfil considerablemente homogéneo y con una estructura en la que las partículas se encuentran poco agregadas. Debido a su fuerte intensidad biológica se puede concluir que es un suelo muy poroso, con gran cantidad de canales capilares.

Su pH (6,7) se sitúa próximo a la neutralidad, por lo que no será necesario corregirlo.

El nivel de salinidad del suelo es muy bajo (CE es = 0,21 dS/m), Ambos factores están dentro de los márgenes para el crecimiento de la menta piperita. En primer lugar, ya que prefiere suelos ligeramente ácidos, con un pH entre 6 y 7 y en segundo ya que se desarrolla mejor en suelos no salinos, al igual que el resto de especies.

Seguidamente, respecto a su contenido en materia orgánica, cuenta con un 7 % de la misma en los primeros 15 cm de profundidad, descendiendo hasta el 3 % desde los 15 a los 50 cm de manera progresiva. Por tanto el nivel de fertilidad orgánica es alto.

Para el cálculo de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) se han aplicado dos métodos distintos, en primer lugar el de Cruañas (1983) y en segundo lugar el de Pleijsier (1985) :

$$CIC\ suelo\ (meq\ 100\ g\ suelo) = 0,663 * \% \text{ Arc} + 2,066 * \% \text{ MO}$$

$$CIC\ suelo\ (meq\ 100\ g\ suelo) = 0,663 * 10 + 2,066 * 7 = 21,092\ meq/100g\ suelo.$$

$$= 210,92\ meq/kg\ suelo = 21,09\ cmol\ (+)/kg\ de\ suelo\ seco.$$

$$CIC\ suelo\ (meq\ 100g\ suelo) = 0,714 * \% \text{ Arc} + 0,75 * \% \text{ MO}$$

$$CIC\ suelo\ (meq\ 100g\ suelo) = 0,714 * 10 + 0,75 * 7 = 12,39\ meq/ 100g\ suelo.$$

$$= 123,9\ meq/kg\ suelo$$

Se puede concluir que contamos con una capacidad de intercambio catiónico de entre 12 y 21 cmol(+)/ Kg de suelo seco. Teniendo en cuenta los datos de textura y

el elevado contenido en materia orgánica, escogemos el valor de 21,09 cmol(+)/ kg suelo seco.

Se llega a la conclusión de que la capacidad de intercambio catiónico es moderadamente elevada.

Tabla 3.1.13.- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

CIC (meq/100 g suelo) [cmol(+)/ kg suelo seco]	Calificativo
< 6	Muy débil
6 - 10	Débil
10 - 20	Media o normal
20 - 30	Elevada
> 30	Muy elevada

Fuente: La gestión de la fertilidad de los suelos (Balland, 1.984; Gagnard et al., 1.988).

Para el cálculo del PSI (porcentaje de sodio intercambiable) se ha aplicado la siguiente fórmula:

$$PSI = ((85,1 \text{ mg Na}^+ / \text{kg suelo}) * (1 \text{ meq} / 23 \text{ mg Na})) / (210 \text{ meq} / \text{kg suelo}) * 100 =$$

1,76% Es el porcentaje del PSI entre el que oscila nuestro suelo con lo que se considera no sódico según la tabla 3.1.14:

Tabla 3.1.14.- PSI (porcentaje de sodio intercambiable)

Clase	PSI (%)
No sódicos	< 7
Ligeramente sódicos	7 - 10
Medianamente sódicos	15 - 20
Fuertemente sódicos	20 - 30
Muy fuertemente sódicos	> 30

Fuente: La salinidad de los suelos y sus efectos en la agricultura (Massoud, 1.971).

Seguidamente, si se analiza la concentración de nutrientes en el suelo, se observa un nivel óptimo de fósforo, un nivel medio-bajo de potasio y un nivel alto de nitrógeno. Concretamente 25 ppm de fósforo, 131 ppm de potasio y 30 ppm de nitrógeno. Respecto a los cationes de cambio, el suelo cuenta con una

concentración de calcio de 1,5 meq/100g, 0,5me/100g de magnesio y 0,7meq/100g de sodio con lo que se puede concluir que este suelo tiene muy bajos contenidos en calcio, magnesio y sodio, mientras que cuenta con una concentración media de potasio. La relación de adsorción de sodio, marca el valor de 0,7.

Respecto al Boro, al contar con una concentración de 0,6 ppm, no nos ha de preocupar ya que está fuera de los umbrales de fitotoxicidad, considerados estos entre 0,75 - 1 mg/L para este elemento siempre en extracto saturado.

Por último, se analiza el agua de riego. En este caso, el agua provendrá del río Mero, situado a escasos 8 kilómetros de nuestra plantación. Los datos obtenidos son los siguientes:

Tabla 3.1.15.- Análisis del agua de riego.

Elemento analizado	Resultados
pH	6,8
Relación de adsorción de sodio (SAR)	0,625
Conductividad eléctrica	0,150 dS/m
Sólidos totales disueltos	96 mg/l
Cloruro	2 meq/l
Boro	0,36 mg/l
Nitratos	4,8 mg/l
Bicarbonatos	0,4 meq/l

Según las directrices de la FAO para la evaluación agronómica del agua de riego:

Tabla 3.1.16.- Directrices de la FAO para la evaluación agronómica del agua de riego:

Problemas potenciales para el riego	Unidades	Grado de restricción en el uso		
		Nulo	Ligero a moderado	Severo
Riesgo de salinización				
CE	dS/m	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
STD	mg/l	< 450	450 - 2000	> 2000
Riesgo de sodificación				
SAR = 0 - 3 y CE =		> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
SAR = 3 - 6 y CE =		> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
SAR = 6 - 12 y CE =		> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
SAR = 12 - 20 y CE =		> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
SAR = 20 - 40 y C E=		> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
Toxicidad iónica específica				
Sodio (Na⁺)				
Riego superficial	SAR	< 3	3 - 9	> 9
Riego por aspersión	meq/l	< 3	> 3	
Cloruro (Cl⁻)				
Riego superficial	meq/l	< 4	4 - 10	< 10
Riego por aspersión	meq/l	< 3	> 3	
Boro (B)				
	mg/l	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
Efectos diversos				
Nitrógeno (NO ₃)	mg/l	< 5	5 - 30	> 30
Bicarbonato (HCO ₃) (Solo para riego por aspersión)	meq/l	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
pH		Rango normal: 6,5 - 8,4		

A continuación se realiza una evaluación de los riesgos potenciales que puede suponer la utilización de esta agua de riego:

Salinidad del agua (salinización del suelo):

La conductividad eléctrica del agua de riego (0,15 dS/m) es inferior a 0,7 dS/m, de modo que, según las Directrices anteriores el grado de restricción en el uso es nulo, al no existir riesgo de salinización del suelo siempre que se aplique una determinada fracción de lavado (15 al 20 %). En cualquier caso, se va a calcular la fracción de lavado necesaria para mantener la salinidad actual del suelo (equilibrio salino):

FL equilibrio salino = $CE_{ar}/CE_{cc} = 0,15/0,42 = 0,36$ (36 %), suponiendo que la CE_{cc} fuese el doble de la CE_{es} . Esta fracción de lavado es un poco elevada, por lo que se aportará una fracción de lavado del 20 % que supondrá un pequeño incremento de la salinidad del suelo durante la campaña de riego. No obstante esas sales, muy probablemente, se eliminarán con las abundantes lluvias del otoño-invierno.

Alcalinidad del agua (alcalinización del suelo):

El SAR o RAS del agua (0,625) es una cifra baja. No obstante, como el nivel de salinidad del agua es muy bajo, existe un cierto riesgo de alcalinización del suelo por lavado de bases del suelo (Ca y Mg). Por tanto, habrá que vigilar los niveles de Ca y Mg del suelo y no son descartables aportes de Ca en forma de yeso.

Toxicidad iónica específica)

Los niveles de Na (estimado indirectamente a partir del RAS o SAR), cloruro y boro son bajos/muy bajos, de modo que no son previsibles problemas de fitotoxicidad.

Efectos diversos:

Los contenidos de nitratos, bicarbonatos y el pH del agua están dentro de unos niveles que determinan grado de restricción “nulo” al no ser previsibles problemas por dichos contenidos.

Por tanto y como conclusión, se puede considerar que este agua se caracteriza por ser excelente para regar, gozando de un pH casi neutro de 6,8, una conductividad eléctrica de 0,150 dS/m (salinidad) y una relación de adsorción de sodio (RAS) de 0,625. La presencia de nitratos, bicarbonatos, cloro y boro son muy bajos.



Figura 3.1.4.- Río Mero.

3.1.4.- Equipamiento e infraestructuras de la explotación.

Tal y como se ha expuesto en apartados anteriores, estamos ante una explotación que se ha usado a lo largo de los años para ganadería, concretamente un pastizal:



Figura 3.1.5 Pastizal ganadero

De esta manera el equipamiento agrícola actual de la explotación es el siguiente:

- Tractor Case International- 1056-DT.
- Segadora de forraje John Deere 4890.
- Empacadora de heno modelo FR- 300.
- Pozo con caudal de 45. 000 l/h.
- Bomba sumergible de 20 CV de potencia.
- Caseta que cubre el sistema de bombeo
- Cañón enrollador.

3.2.- Diseño y rotación de una nueva alternativa de cultivos que incluya la menta.

3.2.1.- Elección de los cultivos a incluir en la alternativa y consideración de las posibles rotaciones.

En este apartado se van a analizar los distintos cultivos que podrían funcionar en una rotación de cultivos con la menta piperita, debido a la relativamente pequeña superficie de la explotación hemos decidido escoger solamente especies hortícolas para garantizar un mínimo rendimiento:

Lechuga (*Lactuca sativa* L):

Con 191 hectáreas cultivadas en Galicia, es la sexta hortaliza más cultivada en esta región, con lo que asumimos que es un cultivo que, *a priori*, no nos supondría muchos problemas.

Originaria de India, estamos ante una compuesta que se trasplanta unos 35 días después de ser sembrada. Requiere climas húmedos y con poca variación de temperaturas con lo cual nuestro clima es perfecto para ello junto con el hecho de que prefiere temperaturas de entre 15 y 18°C.

Prefiere suelos francos y ricos en materia orgánica y en cuanto a las labores recomendadas para este cultivo se recomiendan la eliminación de malas hierbas y remover la tierra para airearla.



Figura 3.2.1.- Lactuca sativa

Patata (*Solanum tuberosum* L):

La patata es una solanácea proveniente de Sudamérica, característica por sus rizomas, tallos subterráneos en los que se produce la mayoría del almacenamiento energético de este cultivo.

La temperatura óptima para su desarrollo es de 15°C, aproximadamente, algo que se encuentra en nuestros márgenes. Le perjudican notablemente las temperaturas extremas, tanto frías como calurosas, retrasando estas su entrada en producción.

Prefiere los climas templados con suelos francos o arenosos. Por otro lado, para conseguir resultados similares a los comerciales, se ha de tener en cuenta que requiere mucha luminosidad.

Respecto a las labores que precisa, requiere acolchado orgánico, para evitar a las malas hierbas. Por otro lado, para favorecer el desarrollo de los tubérculos requiere de la técnica del aporcado, que básicamente consiste en la acumular tierra alrededor de los tallos cuando estos cuentan con 14 cm aproximadamente.



Figura 3.2.2.- Solanum tuberosum

Col (*Brassica oleracea* L):

La col es una crucífera de origen mediterráneo que con 391 hectáreas cultivadas se sitúa a la cabeza de la producción de hortalizas en Galicia.

El cogollo (parte comestible), está compuesto por hojas solapadas que se aprietan entre ellas, constituyendo así un órgano de color blanco verdoso al cual se movilizan las reservas de la planta durante su segundo año.

Existen variedades tanto de Invierno - Otoño como de Primavera - Verano, ambas siendo variedades de gran adaptabilidad climática. Prefieren los climas húmedos y son bastante sensibles a la sequía. Se desarrollan bien entre temperaturas de 12 a 18 °C, prefieren suelos de textura media, ricos en materia orgánica y que retengan bien el agua. Aguanta bien el pH básico.

Respecto a las labores, se recomienda la eliminación de malas hierbas y el aporcado al igual que la patata, para evitar el contacto del cultivo con el agua de riego.



Figura 3.2.3.- Brassica oleracea L

Tomate (*Lycopersicum esculentum* L.):

El tomate, es el tercer cultivo mayoritario en Galicia.

Es una planta que prefiere climas cálidos, al menos 6 horas de exposición al sol al día, y ausencia total de heladas para garantizar un crecimiento adecuado.

Prefiere temperaturas de entre 20 y 25 °C con suelos, sueltos, bien drenados y pH entre 6,5 y 7. Es un cultivo muy resistente a la salinidad y precisa de riego regular.

Respecto a las labores necesarias para su desarrollo requiere, eliminación de malas hierbas, aclareo, aporcado, poda y despuntado.



Figura 3.2.4 Lycopersicum esculentum L.

Zanahoria (*Daucus carota* L.):

Proveniente de Asia central, estamos ante una especie herbácea bienal que se caracteriza por almacenar sus reservas en la raíz.

Es bastante exigente en riego, requiere climas de carácter templado, suelos ligeros, de textura profunda y un pH ligeramente ácido (aunque aguanta los básicos).

Respecto a las labores necesarias para su cultivo, destacan la eliminación de malas hierbas y el aclareo de las plantas con 2 a 3 hojas para optimizar el rendimiento.





Figura 3.2.5.- Daucus carota L.

Pimiento (*Capsicum annuum L*)

El pimiento es una solanácea originaria de Bolivia y Perú que se caracteriza por ser una herbácea de porte arbustivo. Es una de las especies más cultivadas en Galicia.

Tiene un buen rendimiento con temperaturas entre los 21 y 24 °C, prefiere los climas de carácter templado- cálidos, requiere mucha luz, resiste un pH de hasta 5,5 y prefiere los suelos ricos en materia orgánica, profundos, bien aireados y drenados.

En cuanto a las labores, requiere del aporcado, tutorado, para estimular el desarrollo vertical de la planta, incrementando de esta manera la productividad de la planta, el aprovechamiento del suelo y, en general, la calidad del fruto. También se requiere la eliminación de brotes en las zonas más bajas de la planta para así favorecer la aireación.



Figura 3.2.6.- Capsicum annuum L.

Cebolla (*Allium cepa* L.)

La cebolla es una liliácea proveniente de Asia Occidental. Se caracteriza por sus bulbos, formados por capas gruesas y carnosas en las que se acumulan sus sustancias de reserva.

En cuanto a su cultivo, es una planta de clima templado, resistente al frío y que para una óptima formación del bulbo requiere de temperaturas altas con prolongadas exposiciones al sol. Prefiere suelos sueltos, aireados, ricos en materia orgánica y de un pH entre 5,5 y 8.

Por último en cuanto a las labores, es necesario llevar a cabo una eliminación de malas hierbas para evitar competencia de nutrientes.



Figura 3.2.7.- Allium cepa L.

3.2.2.- Establecimiento de la alternativa y rotación

Para esta explotación, en la cual se nos ha encargado hacer la inclusión del cultivo de la menta piperita, escogeremos 4 cultivos de los anteriores que, dadas sus necesidades edafoclimáticas, pueden tener un buen rendimiento junto con el cultivo de menta piperita en una alternativa.

Dadas sus características y teniendo en cuenta las condiciones en las que nos encontramos hemos escogido para nuestra rotación de cultivos: Col, patata, lechuga y cebolla.

La col ha sido escogida por las siguientes razones:

En primer lugar, estamos ante un cultivo que tiene unos rendimientos muy altos en la zona en la que estamos, especialmente debido a que sus altos requerimientos en cuanto a humedad, dadas las lluvias, la humedad relativa de la zona y su proximidad al mar, quedan cubiertas.

También, requiere un contenido en materia orgánica relativamente alto, y debido a que contamos con un 7% (muy alto) no tendremos problema.

La textura franco arenosa de nuestro suelo es también idónea para el cultivo de la col.

Por otro lado, el cultivo de patata, que es junto con la col otro de los pilares de la economía gallega, requiere unos rangos de temperaturas y luminosidad que están totalmente incluidos en nuestra explotación, ausencia de temperaturas extremas, las cuales no existen en nuestro clima y un suelo con textura franco- arenosa que es con el que contamos.

La lechuga, la hemos escogido ya que requiere al igual que la col, muchísima humedad, ausencia de temperaturas extremas y suelos con un alto contenido en materia orgánica, todas estas características están incluidas en nuestro terreno.

En el caso de la cebolla, optaremos por una variedad de ciclo otoño- invierno, para que no se solape con el cultivo de la patata, programado para el mismo espacio.

Como se ha especificado en apartados anteriores, contamos con una superficie cultivable de aproximadamente 7 hectáreas, las cuales dividiremos en dos secciones, dividiendo la segunda mitad en dos para así incluir las 4 alternativas en una mitad (3,5 hectáreas).

Durante el primer año en la segunda sección incluiremos solamente el cultivo de la menta piperita, mientras que en la primera incluiremos dos de estos 4 cultivos, concretamente col y lechuga en la primera sección de la primera mitad y patata junto con cebolla en la segunda sección de la primera mitad.



Figura 3.2.8. Alternativa de cultivos en el Año 1

Durante el segundo año, la menta piperita conservará su sitio en la explotación, siendo éste la segunda mitad, mientras que la col y lechuga pasarán a ocupar el lugar de patata y cebolla y viceversa. De esta manera conservaremos las propiedades del suelo durante más tiempo.



Figura 3.2.9 Alternativa de cultivos en el Año 2.

El tercer año supondrá un cambio más significativo ya que el cultivo de menta piperita pasará a ocupar la primera mitad de la explotación y el resto de cultivos ocuparán la segunda mitad. En la primera sección pondremos la col y la lechuga mientras que en la segunda tendremos patata y cebolla.

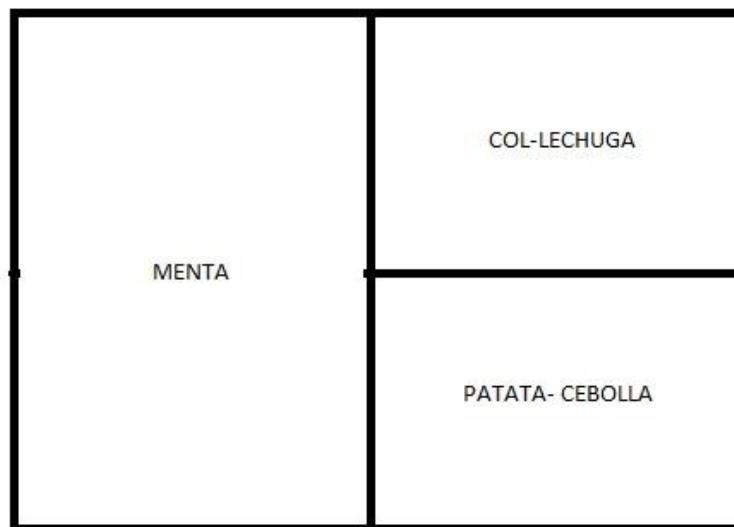


Figura 3.2.10 Alternativa de cultivos en el Año 3.

Por último, en el cuarto año contaremos con la misma disposición respecto a la menta piperita, ocupando la primera mitad, pasando la col y lechuga a ocupar la posición de patata- cebolla y viceversa.

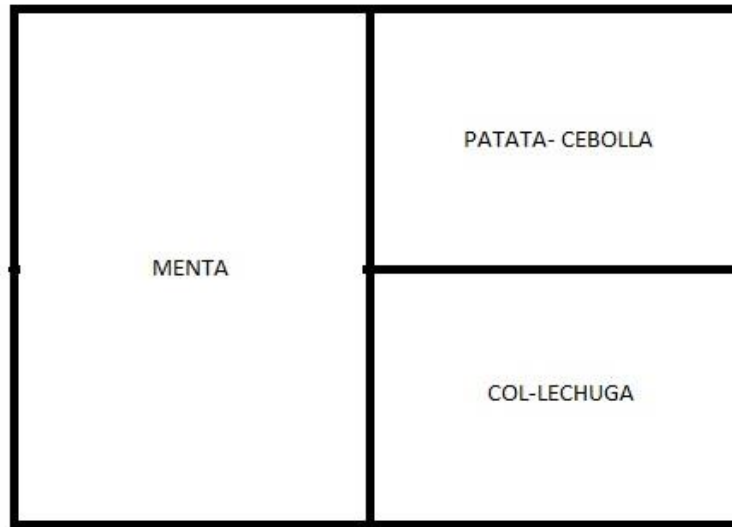


Figura 3.2.11 Alternativa de cultivos en el Año 4.

3.2.3. Ingeniería del Proceso

3.2.3.1.- Labores para la preparación del suelo

En primer lugar realizaremos un laboreo con arado de vertedera al acabar el otoño, concretamente a finales de Noviembre para roturar el pastizal. Se realizará una segunda pasada con grada de discos a finales de invierno.



Figura 3.2.12 Arado de vertedera.

Con este laboreo lo que conseguimos es dejar el suelo en condiciones que permiten, con un laboreo complementario, dejar el suelo en buenas condiciones para la implantación de la alternativa de cultivos. También nos libramos de aquellos restos de vegetales que han estado presentes durante todo este tiempo en el pastizal, malas hierbas etc.

Esta acción se llevará a cabo con un arado de vertedera 3 cuerpos. Asumiremos una profundidad del sistema radicular de 40 cm, de esta manera los sistemas radiculares de ninguno de nuestros cultivos estarán limitados. Así, la profundidad de trabajo para el arado deberá de ser similar a ésta, escogiendo una reja de una anchura de 55 cm.

Seguidamente calculamos la capacidad de trabajo de esta labor mediante la siguiente expresión:

$$Cr = Ct * \eta e = ((At * v) / 10) * \eta e$$

Siendo:

Cr: Capacidad de trabajo real expresada en h/ha.

Ct: Capacidad de trabajo teórica expresada en h/ha.

ηe : Rendimiento efectivo en campo.

At: Anchura de trabajo expresada en metros.

v: Velocidad normal de trabajo expresada en km/h

Teniendo en cuenta los siguientes datos:

- Profundidad de trabajo: 40 cm.
- Anchura de trabajo: 1,65 m (0,55 m x 3 cuerpos).
- Velocidad normal de trabajo: 6 km/h.
- Rendimiento efectivo en campo (η_e)= 0,75.
- Tractor 30 CV (potencia nominal) por cada cuerpo de la vertedera, esto es, 90 CV.

Obtenemos la siguiente capacidad de trabajo:

$$Cr = Ct * \eta_e = ((At * v) / 10) * \eta_e$$

$$((1,65 \text{ m} \times 6 \text{ km/h}) / 10) * 0,75 = 0,74 \text{ ha/h} = 1,35 \text{ h/ ha.}$$

Para las 7 hectáreas con las que contamos, necesitaremos 9,45 horas, lo que se traduce a **1,2 jornadas de 8 horas**.

También se necesitará un tractor, manejado por un operario, calculamos la potencia recomendada:

$$P.\text{nom.tractor (mínima recomendada)} = 30 \text{ CV} * 3 \text{ cuerpos} = 90 \text{ cv}$$

A un nivel de carga del 80 % $90 \text{ cv} / 0,8 = 112,5 \text{ cv}$.

Así concluimos que necesitaremos un tractor con una potencia de unos 110 cv, lo cual en nuestra explotación actual, al contar con un Case International- 1056-DT de 100 cv, nos ajustaríamos bastante a la potencia requerida.



Figura 3.2.13 Case International- 1056

Por otro lado, para la labor con grada de discos, esta tarea se llevará a mediados de febrero.

Contamos con grada de discos con una anchura de trabajo de 4 metros y de una velocidad normal de trabajo de 4 km/h.

Calculamos la capacidad de trabajo:

$$Cr = Ct * \eta e = ((At * v) / 10) * \eta e$$

$$((4 \text{ m} \times 4 \text{ km/h}) / 10) * 0,75 = 1,2 \text{ ha/h} = 0,83 \text{ h/ ha.}$$

Esto se traduce a 5,83 horas de trabajo o **0,73 jornadas de 8 horas** para completar la tarea. Se necesitará un operario para pilotar el tractor.

La potencia requerida es similar a la determinada anteriormente para el arado de vertedera (ligeramente inferior).



Figura 3.2.14 Grada de discos.

Por último, antes de incorporar los cultivos al suelo llevaremos a cabo un laboreo con cultivador, a finales de Febrero, de esta manera eliminaremos todo tipo de malezas:

3.2.3.2.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la menta piperita

El siguiente paso sería realizar el abonado y fertilización necesarios. Por lo que se refiere al posible abonado/enmienda orgánica, al contar con un 7% de materia orgánica (horizonte de 0-15 cm, y 3 % en el horizonte de 0 – 30 cm) no es necesario realizarlo.

Una vez el llevado a cabo el primer laboreo, nuestro suelo estará listo para dar una labor de cultivador con rulo que dejará el suelo en buenas condiciones para la

implantación del cultivo, eliminando todo tipo de malezas etc. Esta labor se llevará a cabo en los días previos a la implantación del cultivo, a finales de Febrero:



Figura 3.2.15 Cultivador.

En el punto 2 vimos las distintas posibilidades que había a la hora de implantar el cultivo en la explotación, estas eran: Mediante esquejes, brotes laterales, rizomas o trasplante.

De entre estas opciones hemos escogido trasplantar mediante esquejes, ya que de esta manera garantizaremos la perduración de las características genéticas parentales, algo que al plantar desde semilla no queda garantizado.

Para ello, el trasplante de la menta piperita se realizará a principios de primavera, concretamente a partir del 3 de Marzo.

Seguidamente, en cuanto a los trasplantes, los llevaremos de la siguiente manera:

Los esquejes de la menta piperita se obtendrán a partir del vivero “ A Angustia”, situado a escasos 8 km de la explotación.



Figura 3.2.16 Vivero a Angustia

Se trasplantarán sobre surcos a 20 cm de profundidad a principios de Marzo y con una separación entre líneas y entre plantas de 50 cm lo cual nos da una densidad de 40.000 plantas/ha. Teniendo en cuenta que cubrirá 3,5 hectáreas nos da un número total de 140.000 plantas.

La trasplantadora contará una potencia recomendada de 10 a 15 CV/línea (7 a 10 kW/línea), anchura de trabajo de 3 metros (6 líneas), velocidad de trabajo de 1,5 a 4,5 km/h y eficiencia en parcela de 0,30 a 0,60.

Esto se traduce a 1,25 jornadas de 8 horas de trabajo. La trasplantadora contará con un operario:

$$P.nom \text{ (mínima recomendada)} = 15 \text{ CV} * 3 \text{ m} = 45 \text{ CV}$$

Para un nivel de carga del 75%:

$$P.nom.tractor \text{ (carga trabajo} = 75\%) = 45 \text{ CV} / 0,75 = 60 \text{ CV}$$

Al contar con un tractor de 100 CV disponemos de potencia suficiente.

Respecto a la fertilización mineral, tal y como vimos anteriormente contamos con los siguientes niveles:

Tabla 3.2.1 - Resultados del análisis edáfico

Elemento de análisis	Resultados
----------------------	------------

Arena (%)	60
Limo (%)	30
Arcilla (%)	10
Textura (USDA)	franco-arenosa
pH (agua, 1:2,5)	6,68
Conductividad eléctrica (es), dS/m	0,21
Materia orgánica (%)	7
Fósforo (ppm)	25
Calcio (ppm)	300,6
Potasio (ppm)	131
Magnesio (ppm)	60,8
Sodio (ppm)	160,9
Carbonatos (%)	0,49
Relación de adsorción de Sodio (RAS)	0,7
Boro (ppm)	0,60
Nitrógeno (ppm)	30

Fuente: Elaboración propia.

Según un artículo publicado en el “Fertilizer Guide” por A. Mitchel en 1998, los aportes de nutrientes para este cultivo se deberán hacer de la siguiente manera:

Tabla 3.2.2.- Aportes de Nitrógeno

Contenido de nitrógeno mineral del suelo antes de la siembra (ppm)	Kg/ha de nitrógeno a aplicar al inicio de la primavera	Kg/ha de nitrógeno a aplicar de Mayo a Junio
0	89,67	190,54
10	44,83	190,54
20	44,83	145,71
30	0	145,71
> 30	0	0

Fuente: A. Mitchell 1998

Por tanto, de acuerdo a esta recomendación la fertilización nitrogenada será, como máximo, de 145,7 kg N/ha de mayo a junio distribuidas en dos aplicaciones (50 % en cada una de ellas), lo que supondrá el aporte de 217,5 kg/ha de Nitrato amónico (33,5 % N).

Aplicamos el mismo procedimiento para estimar la cantidad de fósforo a añadir:

Tabla 3.2.3.- Aportes de Fosforo

Contenido de fósforo en suelo (ppm)	Cantidad de P ₂ O ₅ a aplicar (kg/ha)
0	269
5	201,75
10	134,5
15	67,25
>15	0

Fuente: A. Mitchell 1998

Al contar en este caso con 25 ppm, superamos los 15 máximos por debajo de los cuales se deberán de hacer aportes de este nutriente con lo que no es necesario realizar ninguno.

Por último analizamos los niveles de potasio:

Tabla 3.2.4.- Aportes de Potasio

Contenido de potasio en suelo (ppm)	Cantidad de K ₂ O a aplicar (kg/ha)
0	224,17
100	112,09
200	22,42
>200	0

Fuente: A. Mitchell 1998

Al contar con 131 ppm de este nutriente en nuestro suelo, deberemos aportar 117,7 kg de K₂O/ ha. Este aporte se llevará a cabo una semana antes de la labor con cultivador de rulo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, para el nitrógeno haremos uso de un fertilizante sólido de nitrato amónico (33,5 % N) y para el potasio sulfato potásico (235,4 kg/ha, 50 % K₂O).

El aporte de fertilizante, tanto de nitrógeno como de potasio se realizará mediante una abonadora centrífuga de una anchura de trabajo de 10 m, y potencia mínima de 20 cv, calculamos la capacidad de trabajo:

$$Cr = Ct * \eta e = ((At * v) / 10) * \eta e$$

$$((10 \text{ m} \times 4 \text{ km/h}) / 10) * 0,75 = 3 \text{ ha/h.}$$

Esto se traduce a 1,16 horas o 0,145 jornadas de 8 horas.

Todo lo referente al riego, en este caso, para la menta piperita y para el resto de los cultivos, se llevará a cabo mediante un sistema de riego por aspersión y se incluirá en el apartado 3.2.4.

Respecto al control de las malas hierbas en este cultivo, desafortunadamente el cultivo de la menta piperita suele tener malezas que compiten por luz, nutrientes, agua y espacio.

Las medidas que se suelen tomar para combatir esto suelen ser labrar antes de llevar a cabo el trasplante, lo cual ya habríamos llevado a cabo, eliminar de forma manual el área entre filas de plantas. Entre hileras no suele ser necesario ya que la densidad de la plantación no permite el desarrollo de éstas.

En cuanto a las plagas y enfermedades con las que nos podemos encontrar, destacan dos: *Puccinia menthae* o más conocida como moho y los pulgones o trips. La primera se suele manifestar dejando manchas de color naranja-marrón en la parte inferior de las hojas, pudiendo causar una defoliación parcial o completa. Esto puede ser causado cuando se riega desde arriba.

Para combatir este problema podemos aplicar azoxystrobin ((E)-2-{2-[6-(2-cianofenoxi) pirimidin-4-iloxi]fenil}-3-metoxiacrilato de metilo) al 25%, un fungicida que interrumpe el crecimiento micelar. Se realizarán dos aplicaciones desde el inicio de los síntomas, con un intervalo de 7 días y a una dosis de 0,3 kg/hectárea.

Por otro lado, para combatir los trips en caso de su existencia, nos basaremos especialmente en métodos preventivos como vigilar la frecuencia de riego y sobre todo aumentar la biodiversidad lo máximo posible en nuestra plantación. En caso de que estos métodos fallen podemos aplicar jabón potásico al 40% aplicándolo por vía foliar y diluyéndolo al 2%. Podemos realizar de una a 4 aplicaciones en función de la situación y dejando siempre una semana de intervalo.

Por último, en cuanto al corte de la menta existen varias opciones y todas dependen del destino del cultivo, para obtención de hoja seca o para aceite esencial.

Como en nuestro caso, la finalidad del mismo es obtener la mayor cantidad de aceite esencial posible, realizaremos 1 primer corte, siendo éste en pleno verano, concretamente a mediados de Agosto. Escogemos la fecha del 14 de Agosto porque en esta fecha, la planta se encuentra justo antes de la plena floración, lo cual nos asegura una concentración de aceites esenciales alta. También, por estas fechas las temperaturas no son excesivamente altas, algo beneficioso para nuestro caso ya que al evaporarse menos cantidad de agua al ambiente, también habrá una menor pérdida de aceites esenciales por esta vía.

A finales de Otoño (22 de Diciembre), realizaremos un segundo corte, que aunque no vaya a ser tan productivo como el primero, nos garantizará un aprovechamiento de los recursos ya existentes en la explotación para el cultivo de la menta piperita.

Para la cosecha haremos uso de una cosechadora de menta de la marca Nicholson Machinery Ltd o similar, la cual se puede utilizar para otros cultivos:



Figura 3.2.17 Cosechadora Nicholson Machinery.

Esta cosechadora trabaja a una velocidad de 6 km/ h y con un ancho de trabajo de 2,4 metros. La capacidad de trabajo sería la siguiente:

$Cr = Ct * \eta_e = ((2,4 \text{ m} * 6 \text{ km/h}) / 10) * 0,4 = 0,58 \text{ ha/ h} = 40 \text{ h/h as.}$ Para 3,5 hectáreas = 5,17 horas = **0,64 jornadas de 8 horas.**

A un nivel de carga del 85% y una potencia nominal de 90 cv:

$P.nom.tractor \text{ (mínima recomendada)} = 90 / 0,85 = 105,88 \text{ CV}$ con lo que contamos una vez más con potencia suficiente para llevar a cabo la operación.

Después del corte, la menta será almacenada para su posterior procesado en la obtención de aceite esencial.

3.2.3.3.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la patata

Para iniciar el cultivo de la patata, comenzaremos la siembra el día 1 de Abril. Obtendremos semilla de la variedad Desiree.

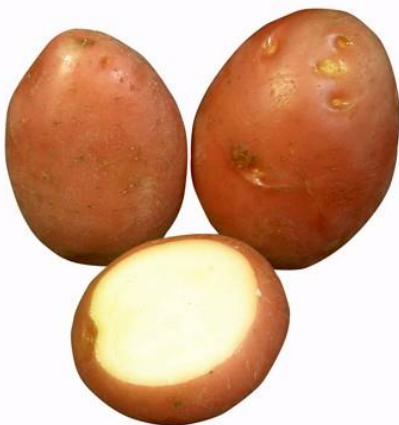


Figura 3.2.18 Patata variedad Desiree.

Para realizar la siembra, haremos uso de una sembradora de patata, de una anchura de trabajo de 4 m, velocidad de 8 km/ h, rendimiento de 0,7 y con potencia recomendada de 20 cv.



Figura 3.2.19 Sembradora de patata

Se sembrarán los tubérculos a una profundidad de 25 cm, con una separación entre líneas de 75 cm y 28 cm entre tubérculos, contamos con 47.619 tubérculos/ ha, en nuestras 1,75 ha tendríamos 83333 tubérculos en total.

Calculamos la capacidad de trabajo para esta tarea:

$$Cr = Ct * \eta e = ((4 m * 8 km/ h) / 10) * 0,7 = 2,24 ha/ h = 0,58 h/ha$$

Para una superficie de 1,75 ha necesitaremos 1,02 horas para realizar la operación, lo que se traduce a 0,13 jornadas de 8 horas.

A una potencia recomendada de 20 cv, una capacidad de trabajo del 75% y con la ayuda de un operario que opere el tractor:

$$P.nom.tractor (mínima recomendada) = 20 CV * 4 m = 80 CV$$

$$P.n m.tractor (carga trabajo = 75%) = 80 CV \times 0,75 = 106,7 CV.$$

Una vez más, contamos con potencia suficiente para llevar a cabo la tarea.

En cuanto a la fertilización, para llevar a cabo un programa efectivo de ello tendremos como referencia las siguientes extracciones de nutrientes por parte del cultivo y el nivel de fertilidad del suelo, obtenidas del libro de Fitotecnia de Villalobos y Fereres 2017:

- **Nitrógeno:** 188 kg de N/ha
- **Fósforo:** 67 kg de P₂O₅ /ha

- **Potasio:** 282 kg de K₂O/ha

El nitrógeno lo aportaremos, un 40% en pre-siembra, es decir 131,6 kg N/ha . Un 30 % lo aportaremos en una primera cobertera, 15 días después de la emergencia del cultivo y el restante 30% 20 días después, en una segunda cobertera. En las coberteras se utilizará Nitrato amónico (33,5 % N).

Los 67 kg de P₂O₅ /ha los aportaremos en pre- siembra y lo mismo haremos para el potasio (282 kg de K₂O/ha).

Consecuentemente las cantidades de unidades fertilizantes (N- P₂O₅ - K₂O) a aportar en presiembra son: 131 – 67 – 282, que determinan un equilibrio, aproximado: 1: 0,5: 2,1. A la vista de la disponibilidad de fertilizantes complejos en la zona y teniendo en cuenta que ninguno se ajusta a esa fórmula de equilibrio, se opta por el uso de fertilizantes simples: 623,8 kg/ha de sulfato amónico (21 % N), 149 kg/ha de superfosfato triple (45 % de P₂O₅) y 564 kg/ha de sulfato potásico (50 % de K₂O)

Para llevar a cabo los aportes de fertilizante, haremos uso de la misma abonadora centrífuga, previamente usada para la menta:

$$Cr = Ct * \eta e = ((At * v) / 10) * \eta e$$

$$((10 \text{ m} \times 4 \text{ km/h}) / 10) * 0,75 = 3 \text{ ha/h.}$$

Esto se traduce a 0,58 horas o 0,0725 jornadas de 8 horas.

El aporcado se llevará a cabo mediante el uso de un aporcador regulable de 3 rejas.

En cuanto a las enfermedades y plagas más frecuentes en la zona para este cultivo destacan mildiu y el escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*), respectivamente.

El mildiu lo podremos identificar una vez aparecidas manchas de color verde claro que pasan a ennegrecerse en las hojas, fruto de la necrosis y también un característico polvo blanquecino en el envés de la hoja. Para combatirlo podemos

utilizar un fungicida preventivo con un contenido del 6% en benalaxil, aplicando una dosis de 1,25 kg/ ha, realizando como máximo 4 aplicaciones por año.

Para identificar el escarabajo de la patata, deberemos de fijarnos en la presencia de larvas en las hojas, hojas mordidas y excrementos grises sobre las hojas.

Para eliminar esta plaga podemos hacer uso de tratamientos ecológicos como por ejemplo utilizar Azadiractin 3,2 % para erradicar las larvas. Para la eliminación de los adultos, el método más usado dada su alta efectividad es la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, a una concentración de 250 gramos/ ha.

Como tratamiento preventivo de malas hierbas, aplicaremos al sembrar metribuzina al 70 % a una dosis de 300 gramos /ha.

Por último, la cosecha de la patata se llevará a cabo a partir del 15 de Agosto, cuando la mayoría de las sustancias de reserva se han acumulado en los tubérculos y el cultivo alcanza su máximo crecimiento.

Para ello, haremos uso de una cosechadora con velocidad variable entre 1 y 2 km/h con una velocidad óptima de paso de los tubérculos de 250 tubérculos por minuto y con un rendimiento de 0,5 ha/ h.

Con este rendimiento estimamos una duración de 3,5 horas (**0,43 jornadas de 8 horas**).

Una vez cosechados los tubérculos, serán inmediatamente recogidos por una empresa externa para ser distribuidos en el mercado.

3.2.3.4.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la cebolla

La cebolla se incorporará al suelo el día 1 de noviembre, en la misma superficie en la que anteriormente se habrá cultivado la patata, a una profundidad de 0,30 cm, una separación entre líneas de 40 cm y 10 cm entre plantas (250.000 plantas/ha), lo cual en 1,75 hectáreas nos da un total de 437.500 plantas.

Las plántulas de cebolla se adquirirán a través del vivero A Angustia, del cual también obtuvimos los esquejes de la menta.

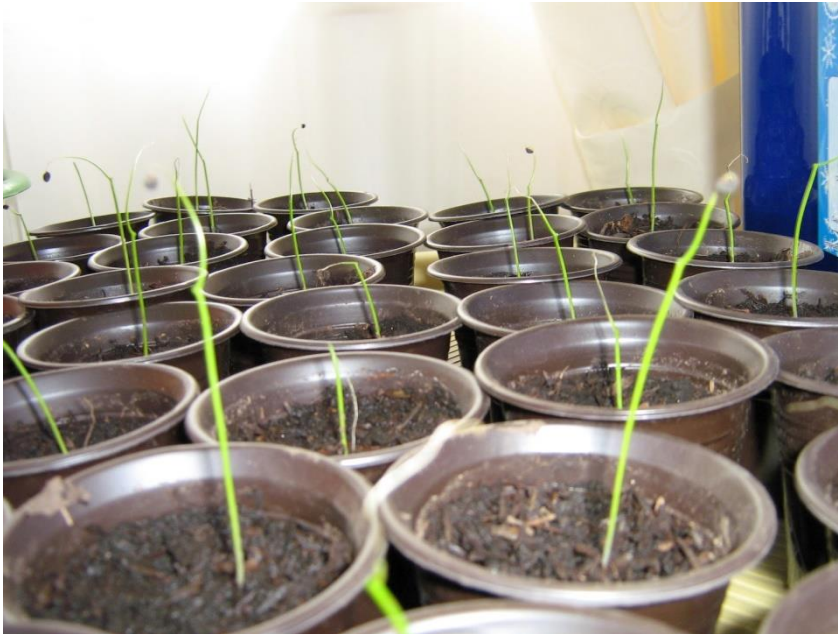


Figura 3.2.20 Plántulas de cebolla.

Para llevar a cabo el trasplante, haremos uso de la misma máquina con la que inicialmente trasplantamos los esquejes de menta piperita:

Con una Potencia recomendada de 10 a 15 CV/línea (7 a 10 kW/línea), anchura de trabajo de 3 metros, velocidad de trabajo de 1.5 a 4.5 km/h y eficiencia en parcela: de 0.30 a 0.60 sacamos los siguientes rendimientos:

$$Cr = Ct * \eta_e = (3 \text{ m} * 3 \text{ km h} / 10) * 0,75 = 0,675 \text{ ha} / h = 0,37 \text{ h} / \text{ha}$$

Esto se traduce a 1,25 jornadas de 8 horas de trabajo. La trasplantadora contará con un operario:

$$P.nom \text{ (mínima recomendada)} = 15 \text{ CV} * 3 \text{ m} = 45 \text{ CV}$$

Para un nivel de carga del 75%:

$$P.nom.tractor \text{ (carga trabajo} = 75\%) = 45 \text{ CV} / 0,75 = 60 \text{ CV}$$

Al contar con un tractor de 110 CV disponemos de potencia suficiente.

Respecto al programa de fertilización que aplicaremos para la cebolla, nos centraremos en alcanzar los siguientes niveles, recomendados por la empresa Fertiberia:

Tabla 3.2.5.- Fertilización cebolla.

Kg de N/ha	Kg P2O5/ha	K2O/ha
141	50	92

Fuente: Elaboración propia a partir de extracciones del cultivo tomadas del libro de Fitotecnia de Villalobos y Fereres (2017)

Se espera obtener un rendimiento de 64.000 kg de bulbo/ha. Considerando dicho rendimiento y las concentraciones de N, P y K en el bulbo, expresadas sobre materia seca (2,2 % N, 0,35 % de P y 1,2 % de K) y un contenido de materia seca del bulbo del 10,0 % [datos tomados del libro de Fitotecnia de Villalobos y Fereres 2017], las exportaciones de nutrientes con la cosecha son: 141 kg de N/ha, 50 kg de P2O5 /ha (equivalentes a 22 kg de P/ha) y 92 kg de K2O/ha (equivalentes a 77 kg de K/ha). Las cantidades de nutrientes extraídas por los residuos de cosecha no se consideran en el cálculo de las necesidades de fertilización al ser devueltas al suelo.

A partir de esta información, el nitrógeno lo aportaremos de la siguiente manera:

Un 40% en pre siembra (56,4 Kg de N/ha), un 30% (42,3 kg de N/ha) en una primera cobertera, 15 días después de la incorporación del cultivo en el suelo (74,02 Kg de N) y el restante 30% 20 días después de la anterior cobertera. En pre siembra se utilizará sulfato amónico (21% N) y en cobertera nitrato amónico (33,5 % N).

El fósforo y potasio lo aportaremos todo en pre siembra, utilizando superfosfato triple y sulfato potásico, respectivamente.

Para llevar a cabo los aportes de fertilizante, haremos uso de la misma abonadora centrífuga, previamente usada para la menta:

$$Cr = Ct * \eta e = ((At * v) / 10) * \eta e$$

$$((10 \text{ m} \times 4 \text{ km/h}) / 10) * 0,75 = 3 \text{ ha/h.}$$

Esto se traduce a 0,58 horas o 0,0725 jornadas de 8 horas.

En cuanto a las enfermedades más características que afectan a este cultivo especialmente en Galicia, destacan dos, el mildiu y la roya:

El mildiu en cebolla se manifiesta en forma de manchas ovaladas de color verde claro en las hojas, las cuales posteriormente se cubren de color gris violáceo, el hongo se desarrolla con especial facilidad en climas húmedos de entre 15 y 20 grados centígrados. Su desarrollo provoca que las plantas mueran prematuramente.

Esta enfermedad se puede combatir con medidas preventivas como plantar material libre de esta infección, rotar cultivos cada 3 o cuatro años, y no regar en exceso, eliminar las zonas afectadas e incrementar la aireación. Por otro lado, podemos aplicar medidas químicas como el benalaxil (N-(fenilacetil)-N-(2,6-xilil)-DL-alaninato de metilo, o también, CAS, N-(2,6-dimetilfenil)-N-(fenilacetil)-DL-alanilato de metilo). El cual se puede aplicar vía foliar y en suelo a razón de 2 Kg/ha, con una frecuencia mínima de 7 días y un máximo de 6 tratamientos desde los primeros síntomas.

Por otro lado, la roya (*Puccinia* sp) se manifiesta creando manchas pardo/rojizas que luego se tornan a una coloración violácea en la cual tiene lugar el desarrollo de las uredosporas. Como consecuencia de la enfermedad, las hojas se secan prematuramente.

Para erradicarlo se puede aplicar ziram al 76% a razón de 3 a 4 kg/ha desde que la enfermedad cumpla 5 semanas y con un intervalo de seguridad mínimo de 7 días.

Respecto a plagas, destacan los trips al igual que en patata.

Para erradicarlo, aplicaremos spiratetramat al 15,30% (cis-4-(etoxicarboniloxi)-8-metoxi-3-(2,5-xilil)-1-azaspiro[4.5]dec-3-en-2-ona), a una concentración de 500 ml/ha con un intervalo de 7 días desde el inicio del crecimiento vegetativo, realizando un máximo de 3 aplicaciones.

Para controlar las malas hierbas podemos usar aclonifen al 60%, en preemergencia a razón de 2,5 litros/hectárea a partir de que el cultivo tenga de 3 a 4 hojas.

La cosecha de este cultivo se llevará a cabo a partir del 1 de Abril del siguiente año que es cuando el bulbo alcanza un tamaño aceptable para el mercado, las hojas empiezan a secarse por las puntas, adquieren un color amarillento y se doblan hacia abajo, los tallos quedan doblados.

Para cosechar la cebolla usaremos la misma cosechadora utilizada anteriormente para patata, la cual necesitaba de un operario para llevar a cabo la tarea y alcanzaba los siguientes rendimientos:

- Velocidad variable entre 1 y 2 km/h.

- Velocidad óptima de paso de los tubérculos de 250 tubérculos por minuto.
- Rendimiento de 0,5 ha/ h.

Con este rendimiento para 1,75 hectáreas estimamos una duración de 3,5 horas (0,43 jornadas de 8 horas).

Una vez, cosechada la cebolla, será almacenada para su posterior recogida escasas horas después por una empresa externa.

3.2.3.5.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la lechuga

El cultivo de la lechuga se iniciará el 1 de Abril.

Una vez más, al igual que la menta, y la cebolla, obtendremos las plántulas del vivero A Angustia. La variedad escogida será Batavia, la cual se puede plantar durante todo el año y cuenta con un muy buen rendimiento en zonas húmedas y relativamente sombrías como la nuestra.

Teniendo en cuenta la superficie (1,75 hectáreas) y la separación entre plantas y hileras que en este caso será la misma de 30 cm (111.111 plantas/ha), estimamos un número total de plantas de 194.444 unidades.



Figura 3.2.21 Plántulas de lechuga.

El trasplante se realizará con una plantadora automática de hortalizas de la marca Ferrari Costruzioni Meccaniche S.r.l. o similar. Esta máquina se caracteriza por contar con una potencia de 80 cv, con una velocidad variable de 2,5 km/h y según el fabricante, capaz de plantar 7.000 plantas/ hora.

Teniendo en cuenta nuestro volumen de plantas a trasplantar, calculamos:

$111.111 / 7.000 = 27,77$ horas para llevar a cabo el trasplante íntegro de la lechuga, lo cual se traduce a **3,47 jornadas de 8 horas** para llevar a cabo esta operación.

Aunque en este caso, al contar con una plantadora automática no haremos uso de nuestro tractor, sí que necesitaremos un operario para operar la máquina y llevar a cabo la tarea.

En cuanto a la fertilización, se espera obtener un rendimiento de 70.000 kg/ha. Considerando dicho rendimiento y las concentraciones de N, P y K en la parte aérea del cultivo (hojas), expresadas sobre materia seca (4,27 % N, 0,7 % de P y 6,7 % de K) y un contenido de materia seca de la parte aérea del 6 % [datos tomados del libro de Fitotecnia de Villalobos y Fereres 2017], las exportaciones de nutrientes con la cosecha son: 179 kg de N/ha, 66 kg de P₂O₅ /ha (equivalentes a 29 kg de P/ha) y 337 kg de K₂O/ha (equivalentes a 281 kg de K/ha). Las cantidades de nutrientes extraídas por los residuos de cosecha no se consideran en el cálculo de las necesidades de fertilización al ser devueltas al suelo, aunque en este caso sería muy pequeñas.

A partir de esta información y considerando los niveles de fertilidad del suelo (alto en P y medio en K):

Aportamos íntegramente esas exportaciones: 169 kg de N/ha, 66 kg de P₂O₅ /ha, 337 kg de K₂O/ha. El N debe fraccionarse en 40% en presembrado y el 60% restante en dos coberturas (30 % en cada una de ellas). P y K todo en presembrado.

En cuanto a las enfermedades y plagas a las cuales es propensa la lechuga en esta zona destacan, la podredumbre gris (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) y una vez más el mildiu.

La podredumbre gris provoca unas manchas de color oxidado que provocan la muerte de la planta.

Para tratar esta enfermedad junto con mildiu podemos usar clortalonil al 50% a una concentración de 250 cc/hl. Se aconseja su aplicación justo después de llover, una vez la parte aérea esté desarrollada.

Respecto a las plagas tenemos *Narsonovia ribis-nigri*, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Aphis gossypii*, las cuales podemos combatir con un plaguicida preventivo, en este caso azadiractina al 3%, el cual aplicaremos una vez los pulgones se manifiesten, con un intervalo mínimo de 7 días.

Para controlar las malas hierbas aplicaremos pendimetalina al 33%, una semana antes del trasplante y con una concentración de 3 litros/ hectárea.

Calculamos los rendimientos:

$$Cr = Ct * \eta_e = ((At * v) / 10) * \eta_e$$

$$((10 \text{ m} \times 4 \text{ km/h}) / 10) * 0,75 = 3 \text{ ha/h.}$$

Esto se traduce a 0,58 horas o 0,072 jornadas de 8 horas.

La recolección del cultivo se llevará a cabo a partir del 25 de Mayo. Para ello, haremos uso de una recolectora Hoover Crab, caracterizada por tener una potencia de 75 CV, una velocidad variable de 10 km por hora y operar con un ancho de trabajo de 3 metros. Procedemos a calcular el rendimiento:



Figura 3.2.22 Recolectora Hoover Crab

$Cr = Ct * \eta_e = ((3 m * 10 km/h) / 10) * 0,4 = 1,2 ha/h$. Para 1,5 hectáreas = 1,45 horas = **0,18 jornadas de 8 horas.**

A un nivel de carga del 85% y una potencia nominal de 75 cv:

$P.nom.tractor (mínima recomendada) = 75 / 0,85 = 88,23 CV$

$88,23 < 110$

Una vez recolectada la lechuga, se almacena para su posterior recogida.

3.2.3.6.- Ingeniería del proceso para el cultivo de la col

Las plantas de col se obtendrán del vivero A Angustia y se implantarán en el terreno a una profundidad de 30 cm a partir del 1 de Julio.

Con una separación entre plantas de 45 cm y 50 cm entre hileras (44.444 plantas/ha), calculamos un total de 77.777 plantas en total.



Figura 3.2.23 Plántulas de col.

Para esta tarea haremos uso de la misma plantadora automática previamente usada para lechuga, de la marca Ferrari Costruzioni Meccaniche S.r.l.

Caracterizada por contar con una potencia de 80 cv, con una velocidad variable de 2,5 km/h y con un rendimiento de 7000 plantas/ hora.



Figura 3.2.24 Plantadora automática de lechuga

Seguidamente calculamos:

$77.777 / 7000 = 11,11$ horas para llevar a cabo el trasplante íntegro de la lechuga, lo cual se traduce a **1,38 jornadas de 8 horas** para llevar a cabo esta operación.

Necesitaremos de un operario para operar la máquina.

En cuanto a las necesidades de abonado, se espera obtener un rendimiento de 60.000 kg/ha. Considerando dicho rendimiento y las concentraciones de N, P y K en la parte cosechable del cultivo, expresadas sobre materia seca (4,5 % N, 0,4 % de P y 3 % de K) y un contenido de materia seca de la parte aérea del 10 % [datos tomados del libro de Fitotecnia de Villalobos y Fereres 2017], las exportaciones de nutrientes con la cosecha son: 270 kg de N/ha, 55 kg de P₂O₅ /ha (equivalentes a 24 kg de P/ha) y 216 kg de K₂O/ha (equivalentes a 180 kg de K/ha). Las cantidades de nutrientes extraídas por los residuos de cosecha no se consideran en el cálculo de las necesidades de fertilización al ser devueltas al suelo, aunque en este caso serían muy pequeñas.

A partir de esta información y considerando los niveles de fertilidad del suelo (alto en P y medio en K), aportaremos íntegramente esas exportaciones: 270 kg de N/ha, 55 kg de P₂O₅ /ha, 216 kg de K₂O/ha. El N debe fraccionarse en 40% en presembrado

y el 60% restante en dos coberteras (30 % en cada una de ellas). P y K todo en presiembra.

Para esta labor haremos uso una vez más de una abonadora:

Calculamos los rendimientos:

$$Cr = Ct * \eta e = ((At * v) / 10) * \eta e$$

$$((10 \text{ m} \times 4 \text{ km/h}) / 10) * 0,75 = 3 \text{ ha/h.}$$

Esto se traduce a 0,58 horas o 0,072 jornadas de 8 horas.

En cuanto a las labores que requiere este cultivo, mencionar el aporcado, al igual que la patata. Una vez más, esta tarea la realizaremos mediante el uso de un aporcador regulable de 3 rejas.

En cuanto a las medidas preventivas para controlar las malas hierbas en la col aplicaremos oxifluoren al 24% a una concentración de 1-2 l/ha una semana antes de trasplantar a suelo.

Respecto a las plagas que más afectan a este cultivo en Galicia destacan el pulgón y especialmente la mosca blanca. Para prevenirlas haremos uso una vez más de jabón potásico al 40% a una concentración de 1 litro por 20 litros de agua. Respetaremos intervalos de 7 días y las dosis irán en función del grado de infestación.

La filosofía que se llevará para controlar la posible aparición de hongos en el cultivo de col será la misma aplicada a la lechuga ya que estas especies proliferan en ambos:

Para tratar la podredumbre gris junto con mildiu podemos usar clortalonil al 50% a una concentración de 250 cc/hl. Se aconseja su aplicación justo después de llover.

Por último, la cosecha se llevará a cabo a finales de Octubre, concretamente el 31 de Octubre, cuando las cabezas de las coles se endurezcan y se muestren suficientemente compactas al apretarse.



Figura 3.2.25 Col madura.

Para llevar a cabo la cosecha, usaremos una cosechadora de coles de la marca Hortech, o similar, concretamente el modelo Rapid:



Figura 3.2.26 Cosechadora Rapid de Hortech.

Caracterizada por tener una potencia de arrastre de 50 cv, un ancho de trabajo de 1,5 metros, operar a una velocidad variable de 5 km/ hora y necesitar de mínimamente 3 operarios. Calculamos el rendimiento:

$Cr = Ct * \eta e = ((1,5 m * 5 km/h) / 10) * 0,4 = 0,3 ha/ h$. Para 1,5 hectáreas = 5 horas = **0,625 jornadas de 8 horas**.

Calculamos la potencia nominal:

$P.nom.tractor (mínima recomendada) = 50 CV * 1,5 cuerpos = 75 cv$

A un nivel de carga del 80 % = $75 cv / 0,8 = 93,75 cv$.

Contamos con potencia suficiente para llevar a cabo la tarea.

Por último, después de la recolección, una empresa externa se hará cargo de llevarse el producto para prepararlo para su posterior comercialización.

3.2.4 Riego

A continuación, estimaremos las necesidades de riego de todos los cultivos, al igual que sus respectivas fechas de riego, en caso de ser necesario.

Es necesario recalcar que los costes de instalación de un sistema de riego por aspersión de las características necesarias para llevar a cabo la rotación de 7 hectáreas se estiman en 4.500 euros/ha, aproximadamente. En la estimación de esa cifra se ha tenido en cuenta que la explotación ya cuenta con un grupo motobomba y la caseta de riego, de modo que ese coste incluye la red de tuberías, aspersores, elementos de control y auxiliares, considerando un marco de 12 x 12 m (todo aluminio).

En el apartado de costes, en cuanto al riego asumimos una inversión inicial de 4,500 euros por hectárea la cual distribuimos en el periodo de vida útil de la explotación, aproximándola a entre 25 y 30 años junto pequeños costes de mantenimiento y reposición de material.

De esta manera, el coste del sistema de riego sería aproximadamente unos 200 euros por hectárea de cultivo y año.

Respecto al coste del agua de riego, el precio del metro cúbico ronda los 0,1 euros, con lo que esa va a ser la referencia que utilizaremos para calcular los costes de agua.

3.2.4.1 Riego para el cultivo de menta piperita

Como bien hemos visto en apartados anteriores, el cultivo de la menta piperita es muy exigente en agua, algo que afecta drásticamente al contenido en aceites esenciales.

Para calcular las necesidades de riego de nuestro cultivo, hacemos uso una vez más de la herramienta CROPWAT 8.0 que nos permite estimar los resultados.

Primero introducimos los datos de temperaturas, humedad, viento, radiación, evapotranspiración, precipitación y precipitación efectiva.

Seguidamente introducimos los datos de suelo:

Tabla 3.2.8.- Propiedades de suelo.

		Suelo		riego trasplante	
Textura	Humedad disponible (agua útil)	Infiltración máxima diaria	Profundidad del suelo	Agot. Inicial (% del AU)	Hum. Dis.
franco-arenosa	140mm/m	40 mm/día	600 cm	0%	140 mm/m

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Siendo:

- Humedad disponible: diferencia entre los contenidos de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente, expresado en mm/m.
- Infiltración: la máxima tasa de infiltración diaria del suelo, expresada en mm/día.
- Agotamiento inicial de la humedad del suelo: grado inicial de agotamiento de la humedad del suelo expresado en porcentaje de agotamiento del agua útil. Se ha considerado un grado de agotamiento nulo, dado que el día del trasplante se aporta un riego (riego de trasplante) para rellenar el contenido de humedad del suelo hasta el valor correspondiente a capacidad de campo.
- Profundidad: la profundidad de suelo, en cm.

Seguidamente, introducimos los datos de coeficiente de cultivo (adimensional), profundidad radicular, fracción de agotamiento crítico y rendimiento:

Tabla 3.2.9.- Coeficientes y factores de cultivo.

	inicial		mediados	valor final	
Kc	0,5		1,05	0,9	
Prof, Radicular	0,25		0,3		
Agot, Crítico	0,3		0,3	0,3	
F, respuesta ren	1	1	1	1	1
Altura cultivo			0,9		

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

La duración de etapas productivas para el cultivo de la menta piperita sería de 25 días inicial, 60 días de desarrollo, media de 60 y final de 20 días.

Una vez introducidos estos datos, el programa nos genera una serie de necesidades hídricas, expuestas a continuación:

Tabla 3.2.10.- Necesidades hídricas del cultivo.

Mes	Decada	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec, efec	Req,Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	1	Inic	0,5	1,04	8,3	18	0

Mar	2	Inic	0,5	1,16	11,6	21,1	0
Mar	3	Des	0,51	1,22	13,5	22,5	0
Abr	1	Des	0,6	1,48	14,8	24,7	0
Abr	2	Des	0,7	1,79	17,9	26,1	0
Abr	3	Des	0,8	2,2	22	24,7	0
May	1	Des	0,91	2,66	26,6	23,3	3,3
May	2	Des	1,01	3,16	31,6	22,4	9,2
May	3	Med	1,11	3,6	39,6	19,5	20,2
Jun	1	Med	1,12	3,81	38,1	15,9	22,2
Jun	2	Med	1,12	3,96	39,6	12,9	26,7
Jun	3	Med	1,12	4,03	40,3	12,2	28,1
Jul	1	Med	1,12	4,09	40,9	11,4	29,5
Jul	2	Med	1,12	4,15	41,5	10,3	31,2
Jul	3	Fin	1,11	4,03	44,3	10,5	33,8
Ago	1	Fin	1,03	3,7	37	10,9	26
Ago	2	Fin	0,98	3,44	13,8	4,4	8,2
				Ciclo	481,4	290,9	238,3

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Siendo:

- Kc: coeficiente de cultivo.
- ET_c = Evapotranspiración del cultivo = $ET_o \times K_c$, en mm/día y en mm/decena.
- Prec. efec. = Precipitación efectiva, en mm/decena.
- Req. Riego ó N_n de riego = Necesidades netas de riego = $ET_c - \text{Prec. efec.}$, en mm/decena.

Aplicamos el siguiente criterio de programación de riego:

Tabla 3.2.11.- Criterio de programación.

Criterio de programación del riego	
Momento	regar a agotamiento crítico (100%)
Aplic. (dosis)	reponer a capacidad de campo

Fuente: Elaboración Propia.

Obtenemos la programación de riego:

Tabla 3.2.12.- Programación de riego.

Fecha	Día	Etapa	Precipit, mm	Ks fracc,	ETa %	Agot, %	Lám,Net a mm	Défici t mm	Péridid a mm	Lam,B r, mm	Cauda l l/s/ha
2-May	61	Des	0	1	100	35	14,1	0	0	17,7	0,03
11-May	70	Des	0	1	100	34	13,8	0	0	17,2	0,22
16-May	75	Des	0	1	100	31	12,6	0	0	15,8	0,37
20-May	79	Des	0	1	100	30	12,6	0	0	15,8	0,46
26-May	85	Des	0	1	100	34	14,4	0	0	18	0,35
30-May	89	Med	0	1	100	34	14,4	0	0	18	0,52
5-Jun	95	Med	0	1	100	33	13,9	0	0	17,4	0,34
10-Jun	100	Med	0	1	100	36	15,2	0	0	19	0,44
15-Jun	105	Med	0	1	100	31	12,9	0	0	16,2	0,37
20-Jun	110	Med	0	1	100	38	15,9	0	0	19,8	0,46
25-Jun	115	Med	0	1	100	33	13,7	0	0	17,1	0,4
30-Jun	120	Med	0	1	100	38	16,1	0	0	20,1	0,47
5-Jul	125	Med	0	1	100	34	14,4	0	0	18	0,42
10-Jul	130	Med	0	1	100	39	16,4	0	0	20,5	0,47
15-Jul	135	Med	0	1	100	37	15,4	0	0	19,2	0,44
20-Jul	140	Med	0	1	100	40	16,6	0	0	20,8	0,48

25-Jul	145	Med	0	1	100	35	14,6	0	0	18,2	0,42
30-Jul	150	Fin	0	1	100	38	16,1	0	0	20,1	0,47
4-Ago	155	Fin	0	1	100	31	13	0	0	16,3	0,38
9-Ago	160	Fin	0	1	100	30	12,7	0	0	15,9	0,37
						Total				361,1	

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Tabla 3.2.13 - Dosis total de riego.

Volumen neto de riego (ciclo)	288,8 mm
Volumen bruto de riego (ciclo)	361,1 mm

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

A continuación exponemos el calendario con las fechas (subrayadas en amarillo) concretas en las que deberemos regar:

Enero						
L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Febrero						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

Marzo						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

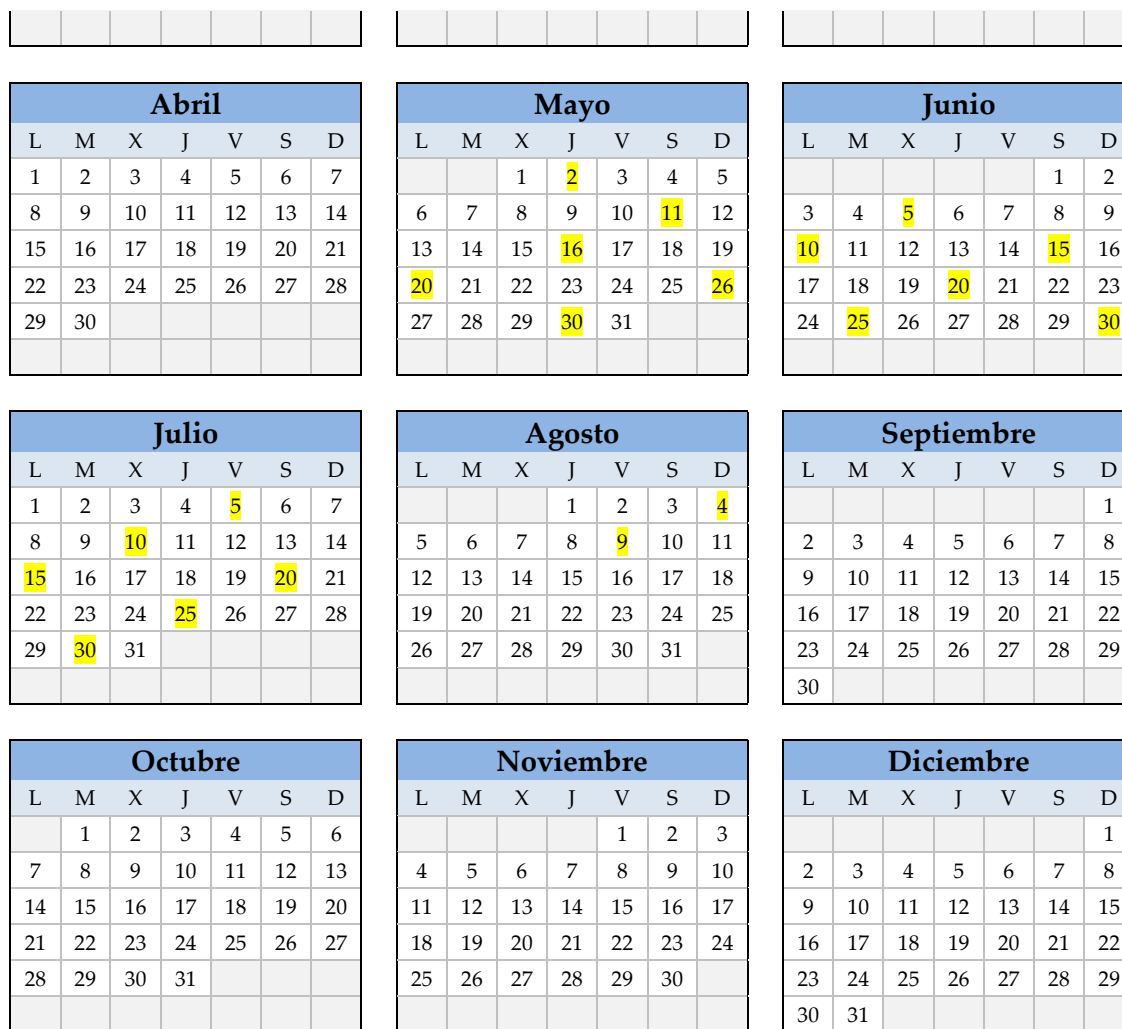


Figura 3.2.27.- Calendario de riego

3.2.4.2 Riego para el cultivo de patata

Aplicamos el mismo esquema que el anterior para llevar a cabo la programación de riego de la patata:

Las condiciones de suelo son las mismas:

Tabla 3.2.8.- Propiedades de suelo.

		Suelo			
Textura	Humedad dis	Infiltrac	Prof	Agot. Inicial	Hum. Dis.

franco-arenosa	140mm/m	40 mm/día	600 cm	0%	140 mm/m
----------------	---------	-----------	--------	----	----------

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Tabla 3.2.14 – Coeficientes y características del cultivo de la patata

Nombre del cultivo: Patata		Fecha de siembra:01/04		
Etapa	Inicial	Desarrollo	Medios	Final
Kc	0,5		1,15	0,75
Duración (días)	26	35	46	30
Profundidad radicular (m)	0,3	0,35	0,4	0,4
Fracción de Agotamiento Crítico media	0,35			
Fracción respuesta rend.	0,7	0,8	1	0,7
Altura de cultivo máxima (m)	0,6			

Total días: 137

Recolección: 15 Agosto

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Obtenemos entonces las necesidades de cultivo:

Tabla 3.2.15 – Necesidades de riego para el cultivo de patata.

Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec, efec	Req,Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Abr	1	Inic	0,5	1,24	12,4	24,7	0
Abr	2	Inic	0,5	1,27	12,7	26,1	0
Abr	3	Des	0,52	1,41	14,1	24,7	0
May	1	Des	0,66	1,93	19,3	23,3	0
May	2	Des	0,83	2,58	25,8	22,4	3,4
May	3	Des	1	3,26	35,9	19,5	16,4
Jun	1	Med	1,08	3,69	36,9	15,9	21
Jun	2	Med	1,08	3,84	38,4	12,9	25,4
Jun	3	Med	1,08	3,9	39	12,2	26,8
Jul	1	Med	1,08	3,96	39,6	11,4	28,1
Jul	2	Fin	1,07	3,97	39,7	10,3	29,4
Jul	3	Fin	0,95	3,47	38,2	10,5	27,7
Ago	1	Fin	0,82	2,93	29,3	10,2	19,1
Ago	2	Fin	0,72	2,53	12,7	5	7,7
					393,8	229,1	205

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Aplicamos el mismo criterio de programación de riego:

Tabla 3.2.11.- Criterio de programación.

Criterio de programación del riego	
Momento	regar a agotamiento crítico (100%)

Aplic. (dosis)	reponer a capacidad de campo
-------------------	---------------------------------

Fuente: Elaboración Propia.

Obtenemos así las fechas concretas de riego:

Tabla 3.2.16.- Programación de riego del cultivo de patata.

Fecha	Día	Etap a	Precipit , mm	Ks fracc ,	ETa %	Agot ,	Lám,Net a mm	Défici t mm	Périd a mm	Lam,Br ,	Caudal l/s/ha
12 Abr	12	Ini	0	1	100	39	7,5	0	0	10,7	0,1
22 Abr	22	Ini	0	1	100	39	7,9	0	0	11,3	0,13
1-May	31	Des	0	1	100	36	7,6	0	0	10,8	0,14
6-May	36	Des	0	1	100	36	7,7	0	0	11	0,26
10-May	40	Des	0	1	100	35	7,7	0	0	11	0,32
16-May	46	Des	0	1	100	46	10,3	0	0	14,7	0,28
20-May	50	Des	0	1	100	45	10,3	0	0	14,7	0,43
25-May	55	Des	0	1	100	42	9,8	0	0	14	0,32
29-May	59	Des	0	1	100	41	9,8	0	0	14	0,4
1-Jun	62	Med	0	1	100	43	10,2	0	0	14,6	0,56
5-Jun	66	Med	0	1	100	46	11,1	0	0	15,8	0,46
9-Jun	70	Med	0	1	100	46	11,1	0	0	15,8	0,46
12-Jun	73	Med	0	1	100	47	11,4	0	0	16,2	0,63
15-Jun	76	Med	0	1	100	48	11,5	0	0	16,4	0,63
19-Jun	80	Med	0	1	100	48	11,5	0	0	16,4	0,48
22-Jun	83	Med	0	1	100	48	11,6	0	0	16,6	0,64
25-Jun	86	Med	0	1	100	49	11,7	0	0	16,7	0,64
29-Jun	90	Med	0	1	100	49	11,7	0	0	16,7	0,48
2-Jul	93	Med	0	1	100	49	11,8	0	0	16,9	0,65
5-Jul	96	Med	0	1	100	49	11,9	0	0	17	0,65
9-Jul	100	Med	0	1	100	49	11,9	0	0	17	0,49
12-Jul	103	Med	0	1	100	50	11,9	0	0	17	0,66
15-Jul	106	Med	0	1	100	50	11,9	0	0	17	0,66
19-Jul	110	Fin	0	1	100	50	11,9	0	0	17	0,49
22-Jul	113	Fin	0	1	100	45	10,9	0	0	15,6	0,6

25-Jul	116	Fin	0	1	100	43	10,4	0	0	14,9	0,57
29-Jul	120	Fin	0	1	100	43	10,4	0	0	14,9	0,43
1 Ago	123	Fin	0	1	100	41	9,9	0	0	14,1	0,54
5 Ago	127	Fin	0	1	100	37	8,8	0	0	12,5	0,36
9 Ago	131	Fin	0	1	100	37	8,8	0	0	12,5	0,36
Total										443,8	

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Enero						
L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Febrero						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

Marzo						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Abril						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Mayo						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Junio						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Julio						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Agosto						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Septiembre						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Octubre						
---------	--	--	--	--	--	--

Noviembre						
-----------	--	--	--	--	--	--

Diciembre						
-----------	--	--	--	--	--	--

L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6					1	2	3							1
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8
14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	9	10	11	12	13	14	15
21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	16	17	18	19	20	21	22
28	29	30	31				25	26	27	28	29	30		23	24	25	26	27	28	29
														30	31					

Figura 3.2.28.- Calendario de riego

3.2.4.3 Riego para el cultivo de cebolla

Tabla 3.2.8.- Propiedades de suelo.

		Suelo			
Textura	Humedad dis	Infiltrac	Prof	Agot. Inicial	Hum. Dis.
franco-arenosa	140mm/m	40 mm/día	600 cm	0%	140 mm/m

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Tabla 3.2.17 – Coeficientes y características del cultivo de la cebolla

Nombre del cultivo: Cebolla		Fecha de siembra: 01/11		
Etapa	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final
Kc	0,7	0,9	1,05	0,75
Duración (días)	15	25	70	40
Profundidad radicular (m)	0,25	0,3	0,35	0,35
Fracción de Agotamiento Crítico media	0,3			
Fracción respuesta	0,7	0,8	1	0,7

rend.	
Altura de cultivo máxima (m)	0,4

Total días: 150

Recolección: 1 Abril

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Obtenemos entonces las necesidades de cultivo:

Tabla 3.2.18 – Necesidades de riego para el cultivo de cebolla

Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec, efec	Req,Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	Inic	0,7	1,08	10,8	35,6	0
Nov	2	Des	0,72	0,99	9,9	36,2	0
Nov	3	Des	0,81	1,03	10,3	35,6	0
Dic	1	Des	0,91	1,06	10,6	35,2	0
Dic	2	Med	0,95	1	10	34,8	0
Dic	3	Med	0,95	1,01	11,1	33,4	0
Ene	1	Med	0,95	1,01	10,1	32,1	0
Ene	2	Med	0,95	1,02	10,2	30,8	0
Ene	3	Med	0,95	1,18	13	29	0
Feb	1	Med	0,95	1,35	13,5	26,8	0
Feb	2	Fin	0,95	1,51	15,1	24,9	0
Feb	3	Fin	0,92	1,68	13,5	23,9	0
Mar	1	Fin	0,87	1,81	18,1	22,5	0
Mar	2	Fin	0,82	1,9	19	21,1	0
Mar	3	Fin	0,76	1,83	18,3	20,4	0
					193,5	442,3	0

Como puede comprobarse, las necesidades de riego (requerimientos de riego) son nulas, por lo que, no tiene sentido hablar de programación de riego.

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

3.2.4.3 Riego para el cultivo de lechuga

Tabla 3.2.8.- Propiedades de suelo.

		Suelo		riego trasplante	
Textura	Humedad dis	Infiltrac	Prof	Agot. Inicial	Hum. Dis.
franco-arenosa	140mm/m	40 mm/día	600 cm	0%	140 mm/m

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.2.19 – Coeficientes y características del cultivo de la lechuga

Nombre del cultivo: Lechuga		Fecha de siembra: 31/03		
Etapa	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final
Kc	0,7		1	0,95
Duración (días)	10	30	10	5
Profundidad radicular (m)	0,25		0,3	0,3
Fracción de Agotamiento Crítico media	0,3			

Fracción respuesta rend.	1	1	1	1
Altura de cultivo máxima (m)	0,3			

Total días: 55

Recolección: 25 Mayo

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Obtenemos entonces las necesidades de cultivo:

Tabla 3.2.20 – Necesidades de riego para el cultivo de lechuga

Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec, efec	Req,Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	3	Inic	0,7	1,68	1,7	2	1,7
Abr	1	Des	0,7	1,74	17,4	24,7	0
Abr	2	Des	0,76	1,93	19,3	26,1	0
Abr	3	Des	0,84	2,31	23,1	24,7	0
May	1	Med	0,93	2,72	27,2	23,3	3,9
May	2	Fin	0,96	3	30	22,4	7,6
May	3	Fin	0,93	3,02	12,1	7,1	2,3
					130,7	130,3	15,5

Así, las fechas concretas de riego serán las siguientes:

Tabla 3.2.21.- Programación de riego del cultivo de lechuga.

Fecha	Día	Etap	Precipit,	Ks	ETa	Agot,	Lám,Neta	Déficit	Pérdida	Lam,Br,	Caudal
			mm	fracc,	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha

Estudio de Viabilidad Técnica y Económica del Cultivo de la Menta Piperita en Galicia

Roberto Navajas García

2 Abr	3	Ini	0	1	100	39	5,9	0	0	8,5	0,33
5 Abr	6	Ini	0	1	100	34	5,2	0	0	7,4	0,29
9 Abr	10	Ini	0	1	100	33	5,2	0	0	7,4	0,22
12 Abr	13	Des	0	1	100	35	5,6	0	0	8	0,31
15 Abr	16	Des	0	1	100	36	5,8	0	0	8,3	0,32
19 Abr	20	Des	0	1	100	35	5,8	0	0	8,3	0,24
22 Abr	23	Des	0	1	100	39	6,5	0	0	9,3	0,36
25 Abr	26	Des	0	1	100	41	6,9	0	0	9,9	0,38
29 Abr	30	Des	0	1	100	40	6,9	0	0	9,9	0,29
2-May	33	Des	0	1	100	44	7,8	0	0	11,1	0,43
4-May	35	Des	0	1	100	31	5,4	0	0	7,8	0,45
6-May	37	Des	0	1	100	31	5,4	0	0	7,8	0,45
8-May	39	Des	0	1	100	30	5,4	0	0	7,8	0,45
10-May	41	Med	0	1	100	30	5,4	0	0	7,8	0,45
12-May	43	Med	0	1	100	33	6	0	0	8,6	0,5
14-May	45	Med	0	1	100	33	6	0	0	8,6	0,5
16-May	47	Med	0	1	100	33	6	0	0	8,6	0,5
18-May	49	Med	0	1	100	33	6	0	0	8,6	0,5
20-May	51	Fin	0	1	100	33	6	0	0	8,6	0,5
22-May	53	Fin	0	1	100	34	6	0	0	8,6	0,5
24-May	Fin	Fin	0	1	100	17					
Total										170,9	

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Por último el calendario de riego:

Enero						
L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6

Febrero						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3

Marzo						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3



Figura 3.2.30.- Calendario de riego

3.2.4.4 Riego para el cultivo de col

Tabla 3.2.8.- Propiedades de suelo.

		Suelo		riego trasplante	
Textura	Humedad dis	Infiltrac	Prof	Agot. Inicial	Hum. Dis.

franco-arenosa	140mm/m	40 mm/día	600 cm	0%	140 mm/m
----------------	---------	-----------	--------	----	----------

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.2.22 – Coeficientes y características del cultivo de la col.

Nombre del cultivo: Col		Fecha de siembra: 01/07		
Etapa	Inicial	Desarrollo	Mediados	Final
Kc	0,7		1,05	0,95
Duración (días)	30	43	35	15
Profundidad radicular (m)	0,25		0,35	0,35
Fracción de Agotamiento Crítico media	0,35			
Fracción respuesta rend.	1	1	1	1
Altura de cultivo máxima (m)	0,4			

Total días: 123

Recolección: 31 Octubre

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Obtenemos entonces las necesidades de cultivo:

Tabla 3.2.23 – Necesidades de riego para el cultivo de col.

Mes	Decada	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec, efec	Req,Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Jul	1	Inic	0,7	2,56	25,6	11,4	14,1
Jul	2	Inic	0,7	2,59	25,9	10,3	15,6
Jul	3	Des	0,7	2,55	28,1	10,5	17,5
Ago	1	Des	0,74	2,64	26,4	10,2	16,2
Ago	2	Des	0,8	2,8	28	9,9	18,1
Ago	3	Des	0,86	2,8	30,8	13	17,8
Sep	1	Des	0,92	2,76	27,6	15,8	11,8
Sep	2	Med	0,95	2,61	26,1	18,2	7,9
Sep	3	Med	0,95	2,33	23,3	23,6	0
Oct	1	Med	0,95	2,05	20,5	30,5	0
Oct	2	Fin	0,95	1,77	17,7	36,2	0
Oct	3	Fin	0,92	1,56	17,2	36,1	0
					297,2	225,8	119,1

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Fechas de riego:

Tabla 3.2.24.- Programación de riego del cultivo de col.

Fecha	Día	Etapas	Precipit,	Ks	ETa	Agot,	Lám,Neta	Déficit	Pérdida	Lam,Br,	Caudal
			mm	fracc,	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
2-Jul	2	Ini	0	1	100	39	5,9	0	0	8,4	0,49
5-Jul	5	Ini	0	1	100	50	7,7	0	0	11	0,42
9-Jul	9	Ini	0	1	100	49	7,7	0	0	11	0,32
12-Jul	12	Ini	0	1	100	48	7,7	0	0	11,1	0,43
15-Jul	15	Ini	0	1	100	48	7,8	0	0	11,1	0,43
19-Jul	19	Ini	0	1	100	47	7,8	0	0	11,1	0,32
22-Jul	22	Ini	0	1	100	46	7,7	0	0	11	0,42

Estudio de Viabilidad Técnica y Económica del Cultivo de la Menta Piperita en Galicia

Roberto Navajas García

25-Jul	25	Ini	0	1	100	45	7,7	0	0	10,9	0,42
29-Jul	29	Ini	0	1	100	44	7,7	0	0	10,9	0,32
1 Ago	32	Des	0	1	100	44	7,7	0	0	11,1	0,43
5 Ago	36	Des	0	1	100	44	7,9	0	0	11,3	0,33
9 Ago	40	Des	0	1	100	43	7,9	0	0	11,3	0,33
12 Ago	43	Des	0	1	100	44	8,2	0	0	11,8	0,45
15 Ago	46	Des	0	1	100	45	8,4	0	0	12	0,46
19 Ago	50	Des	0	1	100	44	8,4	0	0	12	0,35
22 Ago	53	Des	0	1	100	43	8,4	0	0	12	0,46
25 Ago	56	Des	0	1	100	43	8,4	0	0	12	0,46
29 Ago	60	Des	0	1	100	42	8,4	0	0	12	0,35
1-Sep	63	Des	0	1	100	41	8,4	0	0	11,9	0,46
5-Sep	67	Des	0	1	100	40	8,3	0	0	11,8	0,34
9-Sep	71	Des	0	1	100	40	8,3	0	0	11,8	0,34
12-Sep	74	Med	0	1	100	38	8	0	0	11,4	0,44
15-Sep	77	Med	0	1	100	37	7,8	0	0	11,2	0,43
19-Sep	81	Med	0	1	100	37	7,8	0	0	11,2	0,32
26-Sep	88	Med	0	1	100	44	9,3	0	0	13,3	0,22
30-Sep	92	Med	0	1	100	44	9,3	0	0	13,3	0,39
6-Oct	98	Med	0	1	100	39	8,2	0	0	11,7	0,23
10-Oct	102	Med	0	1	100	39	8,2	0	0	11,7	0,34
21-Oct	113	Fin	0	1	100	41	8,6	0	0	12,3	0,13
Total										336,6	

Fuente: Elaboración Propia con CROPWAT

Por último el calendario de riego:

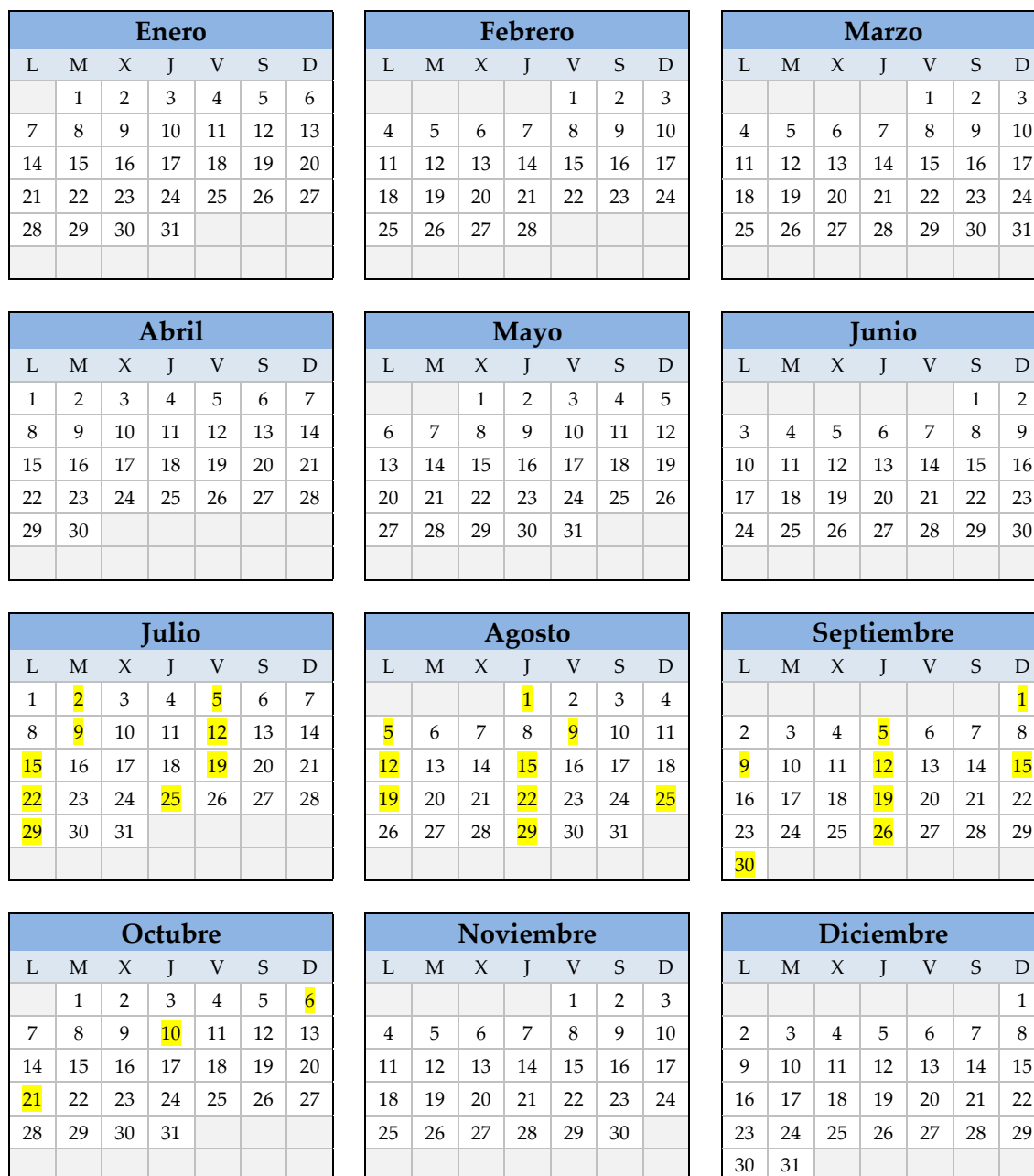


Figura 3.2.31.- Calendario de riego

3.2.5 Análisis de viabilidad económica

En el siguiente apartado, realizaremos un balance en el cual contrastaremos los ingresos y gastos que se tendrán en cuenta a la hora de llevar a cabo la alternativa.

El planteamiento se va a dividir en 2 fases. En la primera compararemos los gastos con los ingresos de las 3,5 hectáreas de la menta piperita individualmente a los otros cultivos.

En segundo lugar analizaremos la productividad de las restantes 3,5 hectáreas, compuestas por hortícolas.

Por último analizaremos como afectaría la inclusión de la menta piperita en conjunto con las hortícolas en contraposición a cualquier otra especie de las ya existentes para posteriormente en el punto 4 analizar si es viable o no este cultivo en Galicia.

En primer lugar desglosamos el cuadro de costes:

Tabla 3.2.25.- Cuadro orientativo de costes (IVA incluido).

Gastos	Precio (Euros)
○ Sistema de riego	1400 (200 euros/ ha)
○ 1851,5 kg de sulfato amónico (33,5%)	1333,08
○ 415,83 kg Superfosfato triple (46%)	55,40
○ 2034,2 kg sulfato potásico (50% K ₂ O)	1846,20
○ Laboreo con arado de vertedera.	420 (60 euros/ ha)
○ Laboreo con arado de discos.	420
○ Laboreo con cultivador.	420
○ Alquiler arado de vertedera	80 (40 euros/ día)
○ Alquiler arado de discos	40
○ Alquiler cultivador.	40
○ Alquiler de abonadora.	90
○ Aporcado de patata	400
○ Aporcado de col	400
○ Alquiler de trasplantadora de menta	100
○ Alquiler cosechadora de	90

menta	
○ Alquiler sembradora de patata	50
○ Alquiler cosechadora de patata	367,5 (210 por ha)
○ Alquiler sembradora para cebolla (modelo previamente usado para la menta)	90
○ Alquiler cosechadora para cebolla (modelo usado para patata)	367,5
○ Alquiler plantadora automática de hortalizas (lechuga)	360
○ Recolectora de lechuga	90
○ Costes de amortización y mantenimiento de tractor de 100cv ya disponible en explotación	200 (estimación)
○ Alquiler plantadora automática de hortalizas (lechuga)	180
○ Recolectora de col	100
○ 140000 esquejes de menta piperita	21000 ((0,30 por unidad)/ 2 años)
○ 83333 semillas de patata	6000
○ 437500 plántulas de cebolla	9874
○ 194444 plántulas de lechuga	8753
○ 77777 plántulas de col	9754
○ Agua de riego	1312,4 (0,1 euros/ m3)
○ Azoxystrobin 25% (5 litros)	160
○ Jabón potásico 40% (7 litros)	35,50
○ Benalaxil (5 kg)	75,06

○ Azadiractin 3,2 % (2 litros)	200,22
○ Metribuzina 70% (4 kg)	85,40
○ Ziram 70% (5 litros)	67,50
○ Spiratetramat 15,30% (5 litros)	140
○ Aclonifen (2 litros)	48,60
○ Clortalonil 50% (5 litros)	53,40
○ Pendimetalina (5 litros)	53,50
○ Oxifluorfen (2 litros)	23,56

Fuente: elaboración propia.

3.2.5.1 Rentabilidad menta piperita

A continuación vemos los costes de menta piperita:

Tabla 3.2.26.- Costes anuales del cultivo de menta piperita.

Concepto	Euros/ ha
Fitosanitarios	90,74
Fertilizantes	267,87
Labores y tareas	745
Material vegetal	6000
Riego	643,87
Gastos directos	7747,5
Gastos financieros (3%)	232,4
Suma parcial	7979,9

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el material vegetal (10000kg/ha) sería vendido a un comprador por 1,03 euros el kilogramo obtendríamos **36266,44 euros** anuales de ingreso (10.361,8 €/ha), estimando unos beneficios de **8336,79 euros anuales (2381,94 euros/ hectárea)**.

Este cultivo seguiría siéndonos rentable siempre que el precio de compra no bajara más de un 23%

Como podemos observar, esta opción a priori sí que nos saldría rentable.

3.2.5.2 Rentabilidad de las hortalizas

A continuación, se muestran los costes totales para las hortalizas:

Tabla 3.2.27.- Costes anuales de hortalizas.

Concepto	Euros/ ha
Fitosanitarios	490,52
Fertilizantes	483
Labores y tareas	3190
Material vegetal	9823,14
Riego	668,53
Gasto por hectárea	14655,19
Gastos financieros (3%)	439,65
Suma parcial	15094,84

Fuente: Elaboración propia.

Para patata estimamos un rendimiento de 50.000 kg/ha, lo cual se traduce a 87,5 toneladas al año. Para cebolla estimamos el mismo rendimiento de 50.000 kg/ha en nuestra superficie, serían 87,5 toneladas de este cultivo al año.

En el caso de la lechuga y la col, estimamos unos rendimientos de 70.000 y 60.000 kg/ha respectivamente, lo cual se traduciría a 122,5 y 105 toneladas anuales de estos cultivos.

Con estos precios y rendimientos aproximados por hectárea, procedemos a estimar los ingresos anuales que nos proporcionaría la sección de hortícolas en nuestra explotación:

87500 kg de patata x 0,25 euros el kg= 21875 euros.

87500 kg de cebolla x 0,35 euros el kg= 30625 euros.

122500 kg de lechuga x 0,20 euros el kg= 24500 euros.

105000 kg de col x 0,22 euros el kg= 23100 euros.

El total de ingresos ascendería entonces a la cantidad de **28600 euros por hectárea al año.**

Teniendo en cuenta los **15094,84 euros por hectárea** invertidos al año para esta sección de la explotación, vemos que obtendríamos unos beneficios de **13505,16 euros por hectárea.**

Concluimos entonces que el rendimiento de la explotación total de 7 hectáreas se vería positivamente afectada si la totalidad de su superficie se destinara al cultivo de las especies hortícolas y que el cultivo de la menta piperita en Galicia aunque sí que es viable, no muestra un rendimiento que pueda competir con el de estas especies

4.- CONCLUSIÓN:

A lo largo de este trabajo, hemos planteado la posibilidad de incluir el cultivo de la menta piperita en una explotación Gallega.

Esta explotación existente se localizaba en Bergondo (A Coruña) y era inicialmente un pastizal, dedicado a la ganadería.

Para llevar a cabo un estudio en el cual se pudiera ver la posibilidad o no de incluir a este cultivo en las 7 hectáreas de la explotación, hemos analizado inicialmente el cultivo de la menta piperita desde un punto de vista de sus condicionantes edafoclimáticos, afirmando que en efecto en la zona donde se llevará a cabo su inclusión se cubren sobradamente los condicionantes que lo permiten.

Hemos analizado las necesidades hídricas, lo cual era el factor más limitante para este cultivo en la zona debido a sus altas exigencias para determinar que debido a las lluvias de la zona, la elevada humedad y suavidad del clima, teniendo una variación de temperaturas mínima durante el año contamos con un sitio idóneo para su cultivo.

Seguidamente, una vez determinada la viabilidad técnica del cultivo en la zona, hemos escogido 4 especies hortícolas, que cuentan con unos rendimientos relativamente buenos para su cultivo en A Coruña, siendo estos la patata, cebolla, col y lechuga, asignando 1,75 hectáreas a cada especie hortícola y 3,5 hectáreas a la menta piperita.

Una vez escogidos los cultivos, llevamos a cabo una programación de las actividades que conciernen a cada uno de estos cultivos individualmente, para de esta manera hacernos a la idea de cómo sería un hipotético calendario de tareas.

Una vez determinadas las labores y actividades necesarias para promover el desarrollo de los 5 cultivos realizamos una estimación de gastos unitarios por hectárea para cada uno de ellos y posteriormente los comparamos con sus hipotéticos rendimientos (ingresos). Analizamos de esta manera si realmente sería factible la hipotética plantación de la menta piperita en A Coruña, comparando sus rendimientos con los de las especies hortícolas.

Concluimos que los rendimientos del cultivo de la menta piperita aun siendo bajos, cubren gastos pero no sacan tanto beneficio como el de las hortícolas.

5.- BIBLIOGRAFÍA

[Fitotecnia de Villalobos y Fereres 2017: Villalobos Martín, F.J.; Fereres Castiel, E \(2017\). Fitotecnia. Principios de agronomía para una agricultura sostenible. Ed. Mundi Prensa, Madrid, 603 p.](#)

[Agencia Estatal de Meteorología \(AEMET\). \(www.aemet.es\)](#)

[Servicio Integral de Asesoramiento al Regante \(http://crea.uclm.es/siar/\)](#)

[Directrices de la FAO para la evaluación agronómica del agua de riego \(http://www.fao.org/3/a-i6874s.pdf\)](#)

[https://www.terralia.com/](#)

[http://www.toxicolres.org/main.html](#)

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669017306325](#)

[https://www.researchgate.net/publication/317903275_Morphological_and_genetic_diversity_among_peppermint_Mentha_piperita_L_cultivars](#)

[https://www.botanical-online.com/cultivo/menta-como-plantar-cuidados](#)

[http://www.campogalego.com/es/huerta/cooperativa-postoiro-la-primera-productora-de-cebolla-y-puerro-de-galicia/](#)

[https://www.planetahuerto.es/revista/la-cebolla-un-cultivo-milagroso_00015](#)

[https://aagraria.es/2012/05/30/cultivos-de-huerta-introduccion-y-calendario-de-siembras/](#)

[http://www.campogalego.com/es/huerta/13984/](#)

[http://www.campogalego.com/es/huerta/recomendaciones-para-la-plantacion-de-patata/](#)

[https://joseantonioarcos.es/2018/09/10/galicia-agricultura-cooperativas-horsal/](#)

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16767798](#)

[https://www.healthline.com/nutrition/peppermint-tea#section1](#)

[https://www.researchgate.net/publication/272160851_STUDY_ON_ADVANCED_APPLICATION_OF_MINT_OIL](#)

[https://www.statista.com/statistics/192590/peppermint-oil-production-in-the-us-since-2000/](#)

[http://www.nhb.gov.in/Horticulture%20Crops/Mint/Mint1.htm](#)

[https://www.jstor.org/stable/4251975](#)

