



MANUAL DE CULTIVO DEL BRÓCOLI



JUNTA DE EXTREMADURA

MANUAL DE CULTIVO DEL BRÓCOLI



CENTRO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DE EXTREMADURA

JUNTA DE EXTREMADURA

Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital



Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa



UNIÓN EUROPEA

Autores:

JOSÉ ÁNGEL GONZÁLEZ GARCÍA

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. CICYTEX Finca La Orden-Valdesequera. Junta de Extremadura.

MARÍA CONCEPCIÓN AYUSO YUSTE

Dpto. de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal. Escuela de Ingenierías Agrarias Universidad de Extremadura.

Las fotografías que ilustran este manual son obra de: José Ángel González García

Se terminó de elaborar este manual en abril de 2021

Edita: Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. CICYTEX
Instituto de Investigación Agraria. Finca La Orden-Valdesequera
Área de Agronomía de Cultivos Leñosos y Hortícolas
Autovía A-5 km 372
06187 Guadajira (Badajoz)
Telf 924 014 000
<http://cicytex.juntaex.es>

Depósito legal BA-000086-2021

PRESENTACIÓN:

El interés por el cultivo del brócoli en los últimos años, no ha dejado de aumentar de forma muy significativa en toda España, no ha sido ajena a ese interés la Región de Extremadura, donde en los últimos 10-15 años, su superficie de cultivo se ha visto multiplicada por 10. Si se exceptúa el tomate, el brócoli es hoy día, con mucha diferencia, la especie hortícola que ocupa mayor superficie en nuestra región (5.600 ha).

El objetivo de este manual es poner al alcance de las personas interesadas en el cultivo del brócoli, de la forma más esquemática, clara y práctica, diversos aspectos de su cultivo que puedan hacer más accesible el conocimiento disponible, y ser de utilidad al sector. Se exponen: su importancia actual, descripción botánica, exigencias de clima y suelo, prácticas de cultivo (labores, plantación, fertilización, riego, herbicidas, etc), plagas, enfermedades, fisiopatías, recolección y postcosecha, variedades, así como los resultados de la experimentación realizada.

No se ha pretendido en ningún caso, realizar un desarrollo exhaustivo y pormenorizado de cada uno de los temas tratados, para ello ya existe innumerable bibliografía, hoy día de fácil acceso a través de internet.

Para la redacción de este manual, los autores se han servido de su amplia experiencia en el cultivo, de sus constantes relaciones con profesionales del sector (agricultores, viveristas, casas productoras de semilla, industriales, etc) así como de la lectura y consulta de diversas y numerosas fuentes: libros, artículos de revistas, comunicaciones presentadas en Congresos y Seminarios por parte de investigadores y técnicos especialistas y numerosas páginas web.

Otro de los objetivos, es dar a conocer algunos de los resultados de los ensayos que durante más de 20 años se vienen realizando en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX) ubicado en las Vegas Bajas del Guadiana, donde se realizan programas de investigación, experimentación y desarrollo, sobre diversos aspectos del cultivo del brócoli. En los últimos 10 años centrados fundamentalmente en el estudio de variedades y su adaptación a nuestras condiciones de clima y suelo, y a otros aspectos relacionados con la fertilización y manejo del riego.

ÍNDICE:

1. Introducción.....	1
2. El brócoli en España y Extremadura. Importancia de su cultivo.....	1
3. Usos y beneficios saludables.....	3
4. Descripción botánica.....	4
4.1. Morfología.....	4
4.2. Fases del cultivo.....	5
5. Exigencias de suelo y clima.....	9
5.1. Suelo.....	9
5.2. Clima.....	10
6. Cultivo.....	12
6.1. Labores preparatorias y de cultivo.....	12
6.2. Fertilización.....	15
6.3. Herbicidas.....	22
6.4. Plantación. Densidades. Fechas.....	23
6.5. Riego.....	28
7. Plagas, enfermedades y fisiopatías.....	30
7.1. Principales plagas.....	34
7.2. Principales enfermedades.....	46
7.3. Principales fisiopatías.....	55
8. Recolección y postcosecha.....	61
9. Criterios de calidad.....	65
10. Variedades.....	69
11. Ciclos de cultivo.....	83
12. Ensayos de variedades.....	87
Agradecimientos.....	92
Bibliografía.....	93

1. INTRODUCCIÓN

Se sabe que el brócoli es originario del viejo continente, en Oriente Próximo y las costas del mar Mediterráneo oriental se encuentran especies silvestres que son antecesoras comunes de coles y coliflores. Hay referencias de estas plantas desde épocas muy antiguas y su dispersión por el mundo se le atribuye a los comerciantes y navegantes del Mediterráneo y a través de ellos llegó a la península Itálica, a España, otras zonas del Mediterráneo occidental y al Reino Unido. Su cultivo se extendió por Europa a partir del siglo XVI y en el siglo XX se expandió al resto de países donde hoy se cultiva esta hortaliza, destacando Estados Unidos y Japón como países donde se hace mejora de las variedades cultivadas.

Su producción y consumo han aumentado enormemente en las últimas décadas en todo el mundo, siendo el mayor consumidor Estados Unidos, seguido de Reino Unido y Alemania.

2. EL BRÓCOLI EN ESPAÑA Y EN EXTREMADURA. IMPORTANCIA DE SU CULTIVO

El cultivo del brócoli en España ha pasado de ser casi desconocido hasta los años 70 del siglo XX, a ser un cultivo hortícola importantísimo que se comercializa fundamentalmente en fresco para exportación. Fue en Valencia y Cataluña donde se inició un cultivo más profesional con vistas a la exportación en fresco a otros países europeos donde había más demanda, ya que no había consumo interno. Murcia es donde el cultivo ha alcanzado su mayor desarrollo, y lidera la producción, aunque también es un cultivo consolidado en otras regiones españolas como Navarra y Aragón, y en los últimos años Extremadura, con un destino más enfocado al procesado industrial, sobre todo al congelado, aunque también se elaboran conservas y se deshidrata.

Como en casi todo el mundo, en los últimos años en España se ha incrementado mucho la producción de brócoli, compensando con creces el descenso experimentado por el cultivo de la coliflor. La producción de brócoli en España en 2018 fue de 561.393 t según el Ministerio de Agricultura (MAPA, 2020) y su destino fundamental es la exportación en fresco.

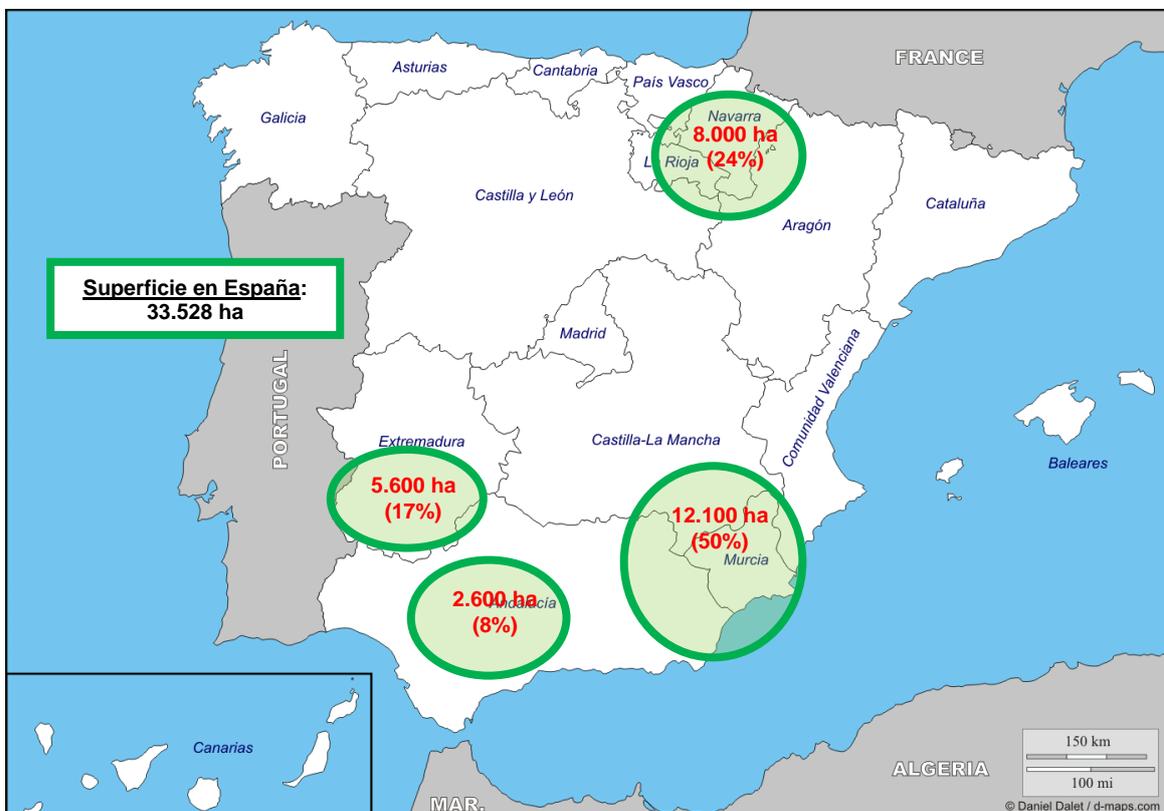
En cuanto a las producciones por regiones, Murcia representa el 37 % del total nacional, Navarra y el Valle del Ebro el 21 %, Extremadura el 13 %, Andalucía el 11 % y la Comunidad Valenciana sobre el 10 %.

La mayoría del brócoli que producen estas regiones, se exporta, ya que España no es un gran consumidor de brócoli en general, en la actualidad el

consumo *per capita* está en torno a 1,5 kg y se localiza sobre todo en la zona norte, donde el clima es más frío.

España lidera el comercio exterior del brócoli, con un 37 % de la cuota de exportación mundial, es el mayor exportador de Europa. Esta exportación representa aproximadamente el 85-90 % de nuestra producción, destacando por su fuerte relevancia, las zonas de Levante y del Sureste español. En invierno los principales destinos son Reino Unido (45 %), Alemania (15 %), Francia (13 %) y Países Bajos (12 %).

En los meses de verano la exportación se dirige sobre todo a Italia, Grecia y Oriente Próximo y en menor medida al norte de Europa, donde competimos con las producciones locales, sobre todo de Reino Unido y Holanda.



Distribución de las superficies de cultivo en las principales regiones de producción en España en 2018. Fuente: elaboración propia con datos del MAPA

La producción en Extremadura se localiza fundamentalmente en Badajoz, en las zonas de regadío de las Vegas Bajas del Guadiana, aunque también se aprecia en los últimos años, un incremento notable de superficie cultivada en las Vegas Altas. Hasta el año 2002 la superficie estaba en torno a las 400 ha, frente a las 5.600 ha que hay actualmente, este incremento se debe a que resulta un cultivo de gran interés por múltiples razones:

- Buena adaptación a diferentes tipos de suelos, sistemas de riego, fechas de cultivo.
- Su amplio calendario de producción, desde noviembre a marzo, permite tener ocupada la tierra en unos meses que existen pocos cultivos alternativos en nuestra región.
- Facilidad de manejo del cultivo.
- Puede rotar con los cultivos de verano, aumentando el nivel de utilización de la tierra.
- Genera empleo ya que requiere gran cantidad de mano de obra en épocas de poca actividad en las tierras de regadío.
- Diversidad de destinos de la producción: comercialización en fresco (80-85 %) e industria (congelado, deshidratado, IV gama, etc), siendo la congelación la transformación más importante (15-20 %).
- Rentabilización de instalaciones de frío fuera de temporada.
- Alto valor nutricional y funcional con propiedades beneficiosas para la salud.
- Cambios de hábitos alimenticios. Notable aumento del consumo *per capita*.

3. USOS Y BENEFICIOS SALUDABLES

La demanda de esta hortaliza ha experimentado un importante incremento, entre otras razones porque se ha relacionado un alto consumo de brócoli en la dieta, con una menor incidencia en ciertos tipos de cáncer, problemas cardiovasculares y otras enfermedades crónicas y degenerativas.

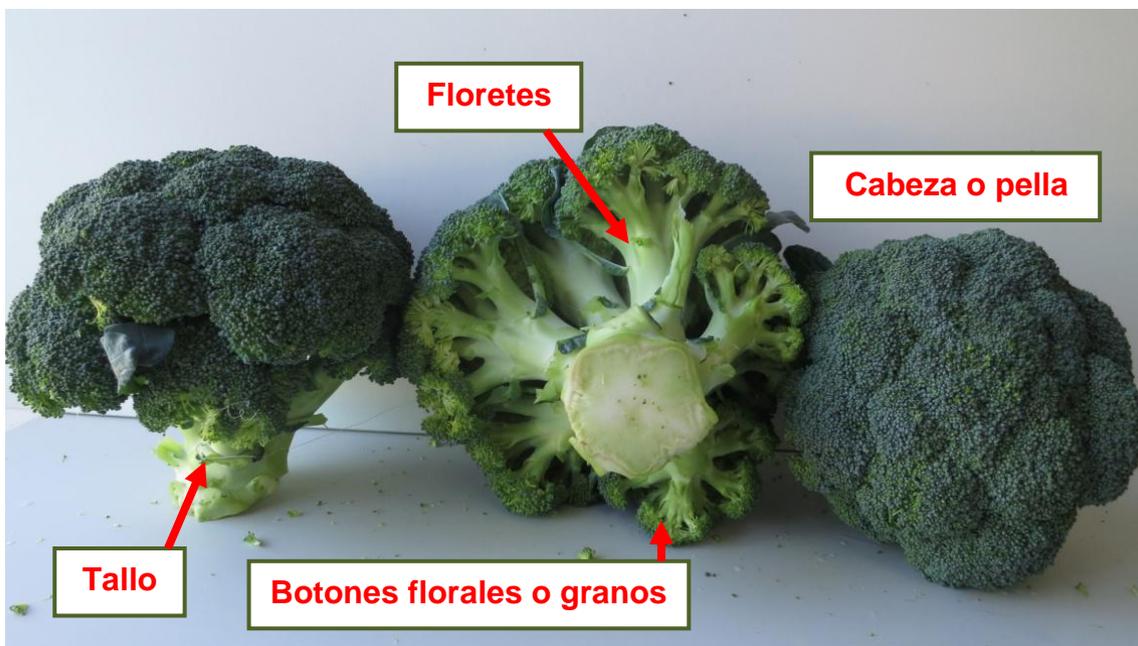
Esto es debido al alto contenido en compuestos funcionales o beneficiosos para la salud, como compuestos fenólicos, vitamina C, ácido fólico y otros compuestos antioxidantes. Los glucosinolatos, son compuestos con azufre y nitrógeno que ayudan a proteger las células de daños al ADN y a desactivar carcinógenos, por lo que se consideran beneficiosos para la salud, aunque pueden tener un efecto negativo en personas con hipotiroidismo.

Esta hortaliza además es rica en vitaminas minerales y fibra, siendo un producto muy versátil, que puede prepararse de muy diferentes maneras, admite además diversas transformaciones industriales. Actualmente el brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible. Por todo ello su consumo es muy recomendable y ha aumentado su demanda.

4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El brócoli, cuyo nombre botánico es *Brassica oleracea* L. variedad *Italica* Plenck., pertenece a la familia de las crucíferas. La parte comestible se llama cabeza o pella y está formada por un conjunto de yemas florales hipertrofiadas.

El brócoli es una planta erecta, herbácea alógama y anual. Es muy similar a la coliflor desde el punto de vista botánico, de hecho para algunos botánicos, coliflores y brócolis pertenecen a la misma variedad botánica. La diferencia fundamental es que en el brócoli la parte comestible resulta ser la inflorescencia no madura de color verde, mientras que en la coliflor, la parte comestible es la inflorescencia en estado de primordio y normalmente es de color blanco.



Morfología de las pellas

4.1. Morfología

Raíz: Es pivotante con abundantes raíces secundarias y no suele alcanzar más de 50-70 cm de profundidad. Su amplia zona radicular le permite un buen anclaje y alta capacidad de absorción de agua y nutrientes.

Tallo: La planta desarrolla un tallo principal relativamente grueso (3 a 6 cm diámetro), de 60 a 90 cm de alto. En la fase de floración los tallos que sustentan las partes de la pella (brotes florales) emergen de axilas florales y forman inflorescencias, generalmente, una central de mayor tamaño y otras laterales, que se desarrollan generalmente tras el corte de la pella principal.

Hojas: Son de tamaño grande, de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, dependiendo del cultivar pueden tener de 15 a 30 hojas, son de color verde oscuro, azuladas, rizadas, usualmente alternas y a distancias cortas formando entrenudos cortos lo que da su forma de roseta.

Inflorescencia: La inflorescencia, llamada cabeza o pella, es una masa densa de yemas florales comestibles de color verde grisáceo, azulado o morado, que puede alcanzar un diámetro de 20 a 35 cm, dependiendo del cultivar. Las pellas de los rebrotes solamente alcanzan unos 10 cm. en diámetro. No están cubiertas por hojas como sí sucede en la coliflor. La formación de la pella generalmente no requiere vernalización, es decir de un período de bajas temperaturas para florecer, sin embargo existen variedades tardías o vernalizantes que sí necesitan de frío.

Fruto: Durante el proceso de fructificación se forman los frutos y las semillas, estas últimas se ubican en una especie de vaina que se conoce como silicua, que contiene de 3 a 8 semillas y mide aproximadamente de 3 a 4 cm.

4.2. Fases del cultivo

La duración del ciclo vegetativo del brócoli va de los 60 a 100 días, dependiendo de las características genéticas de las variedades, del manejo agronómico, y de las condiciones climatológicas en las que se encuentre al momento de su plantación, desarrollo y cosecha. En el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases:

Etapa de semillero:

Tiene una duración de 30-40 días aproximadamente, y comienzan con la germinación de la semilla hasta que la plántula tiene entre tres y cuatro hojas bien formadas, con una altura entre 10-12 cm, cuando está ya lista para el trasplante en campo, durante este estadio la planta solo forma hojas y raíces.



Etapa juvenil: Es una fase de crecimiento en la que la planta desarrolla solamente hojas y raíces y comienza cuando las plántulas tienen cuatro hojas verdaderas y es posible trasplantarlas al campo. El tiempo que dura esta etapa es de 40 días aproximadamente después del trasplante. Al final de esta etapa se puede apreciar perfectamente el primordio floral que dará origen a la cabeza

o pella, para entonces la planta de brócoli tendrá una edad aproximada de 65-70 días desde su siembra en semillero.

Por otra parte, la altura, diámetro del tallo, biomasa, número de hojas y área foliar presentan un incremento logarítmico, es decir, el tallo se engrosa y alarga hasta alcanzar un máximo desarrollo, presenta una gran proliferación de hojas y las senescentes son escasas en este periodo.



3ª semana tras el trasplante

Inducción floral: La etapa juvenil finaliza cuando se diferencia el primordio que dará origen a la pella, en la mayoría de las variedades no es necesario el frío para inducir la floración; en las variedades que necesitan vernalización, la diferenciación del primordio floral sucede después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas la planta. La aparición floral oscila entre los 40 y 45 días después del trasplante cuando las plantas tienen entre

18 a 20 hojas. A partir de este momento, el crecimiento de la planta se ralentiza y se hace lineal, ya que la formación de la cabeza es prioritaria, produciéndose una disminución de las tasas de emisión de hojas, de la superficie foliar y del crecimiento del tallo.



7ª semana tras el trasplante

Formación de pellas: Durante esta etapa se produce el crecimiento de la inflorescencia hasta el momento de la cosecha, cuando aún no se han abierto las flores y la pella es compacta, normalmente este proceso dura de 20 a 25 días. La inflorescencia presenta un crecimiento exponencial en diámetro y biomasa, caracterizado por un periodo de crecimiento lento desde su aparición hasta los 55 días después del trasplante aproximadamente, seguido de un período más rápido que se extiende hasta la cosecha, la cual, se inicia a partir de los 65 a 70 días después del trasplante en las variedades de ciclo más corto. Al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal y se desarrollarán más cuando se cosecha ésta.



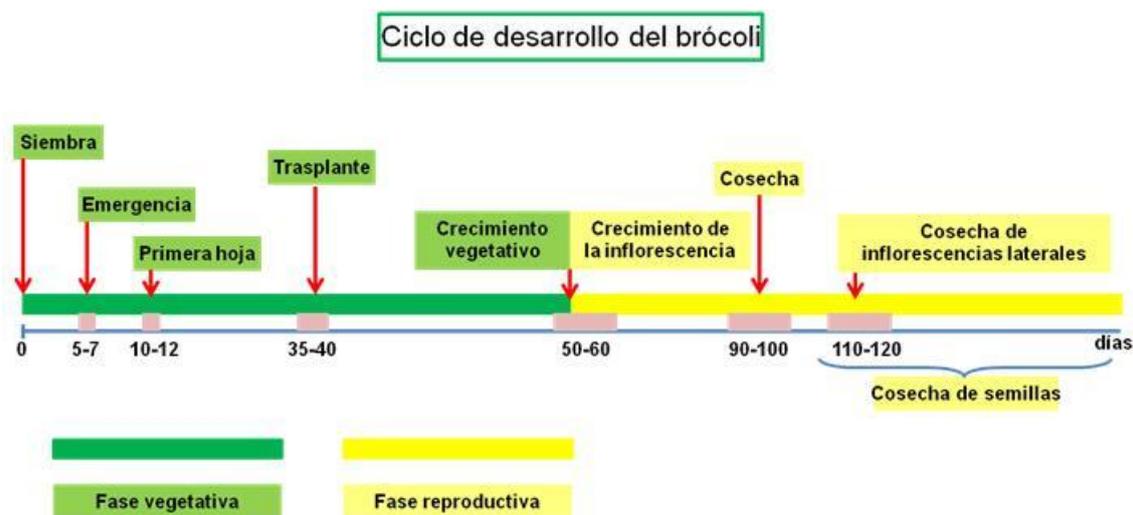
8ª semana tras el trasplante

El desarrollo de las pellas es una característica genética que depende la variedad, pero además está influida por las condiciones edafoclimáticas. Entre 2 y 5 °C se detiene su crecimiento.

Floración y fructificación: Son etapas no comerciales que tienen lugar si no se hace la cosecha o cuando se quiere producir semilla. Los tallos que sustentan los denominados granos en la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores que son de color amarillo. Tras la polinización se forman los frutos y las semillas.



Imagen de la flor del brócoli



La duración de cada uno de los ciclos de desarrollo puede acortarse o alargarse en función de las temperaturas existentes en cada momento.

5. EXIGENCIAS DE SUELO Y CLIMA

5.1. Suelo

El brócoli es una especie que se desarrolla bien en terrenos fértiles, francos, profundos y permeables, con un buen drenaje, y como todas las crucíferas, prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, con un pH óptimo entre 6,5 y 7,0 y que sean capaces de retener agua por lo que prefiere las texturas medias.

En Extremadura, la mayor parte del cultivo se localiza en las Vegas del Guadiana. Por lo general, son suelos de origen aluvial, formados por sedimentación del Guadiana y sus afluentes, de textura arenosa-franca, sin problemas de salinidad, bajo contenido en materia orgánica, relación C/N media (12-20). Profundidad y drenaje medios y por lo general fértiles y muy adecuados para el cultivo del brócoli.

Además de los macroelementos esenciales: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), tiene también unas necesidades altas de Calcio, Azufre, Manganeso y Boro, siendo medianamente resistente a salinidad del suelo, sobre todo cuando la textura no es muy pesada.

Fuera del rango óptimo de pH del suelo pueden aparecer deficiencias de microelementos, así para valores cercanos a 7 (neutro), el brócoli puede mostrar deficiencias de boro y si los suelos son muy ácidos, pueden aparecer síntomas de deficiencia de magnesio.

5.2. Clima

Se trata de un cultivo de clima templado-frío, habitualmente considerado de otoño-invierno, las temperaturas suaves y uniformes a lo largo del ciclo de cultivo favorecen su buen desarrollo. Tanto la lluvia como una elevada humedad relativa pueden ser un problema, por lo que conviene humedades relativas intermedias o bajas para garantizar su crecimiento y su sanidad.

Los requerimientos de temperatura del brócoli varían según la fase del desarrollo en que se encuentre. En la siguiente tabla se muestran estos datos:

Momento de desarrollo	T^a óptima °C
Pregerminación de la semilla (2-4 días)	18 - 22
Germinación de las semillas	20 - 30
Temperatura de crecimiento	18 - 22
Inducción floral	10 - 15
Formación de la pella	15 - 18
Detención del crecimiento	<-3 y >30

Las temperaturas en las que se puede producir la germinación de las semillas del brócoli oscilan de 5 °C a 35 °C, y su intervalo óptimo de germinación se establece entre 20 °C y 30 °C. Está confirmado que temperaturas elevadas tienen un claro efecto negativo sobre la germinación de sus semillas, de manera que por encima de 36 °C la germinación queda prácticamente inhibida.

Las exigencias climáticas son similares a las del cultivo de coliflor, ambas requieren unas temperaturas suaves y muy uniformes a lo largo del ciclo de cultivo para su buen desarrollo. Las temperaturas de crecimiento vegetativo están alrededor de los 18-22 °C.

Soporta temperaturas próximas a 0 °C en periodos cortos de tiempo, pero no resiste las heladas severas. Las temperaturas bajas en la etapa vegetativa, por debajo de 5 °C, inducen a las plantas a formar estructuras florales prematuras, pequeñas, deformes, de grano grueso y de menor calidad; durante la fase reproductiva, causan trastornos en el color de las florecillas y hay una tendencia a deformar la pella, aunque también es cierto que hay algunas variedades que soportan mejor estas bajas temperaturas.

Para poder iniciar la inducción floral requiere de temperaturas entre 10°C y 15°C durante varias horas al día. Temperaturas menores a 3°C y mayores a 30°C detienen su crecimiento.

Cuando la temperatura es menor a los rangos óptimos, el proceso de maduración se retrasa, produciéndose cabezas dispares y más pequeñas, menos compactas y descoloridas y el sabor es más fuerte que el brócoli de maduración normal. Los problemas que provocan las temperaturas altas aún son mayores.

Temperaturas altas producen

- Mala maduración:
 - falta de compacidad y
 - poca uniformidad de tamaño del grano
- Maduración muy rápida
- Sabor fuerte y pérdida de color
- Tallos huecos y brácteas (hojas internerviales) entre las pellas
- Mayor incidencia de plagas y enfermedades (mosca blanca, orugas, pulgones, alternaria....)
- Mayores pérdidas en postcosecha por la alta respiración y deshidratación de las pellas

Temperaturas bajas producen

- Ralentización o parada del crecimiento vegetativo
- Inducción floral prematura
- Pellas pequeñas y de baja calidad, deformes o de grano grueso
- Retraso en el crecimiento de la pella
- Sabor fuerte y pérdida de color
- Daños importantes con heladas severas

6. CULTIVO

6.1. Labores preparatorias y de cultivo

Se realizarán las labores necesarias para dotar al terreno de la mejor estructura posible, normalmente están comprendidas entre los 30 y 40 cm de profundidad de suelo. Se comenzará con las labores necesarias para destruir y enterrar los restos del cultivo precedente.

Caso de ser necesario, normalmente en aquellos suelos que son muy pesados, se comenzará con una labor de subsolador para favorecer el drenaje.

A continuación una labor profunda de chisel o vertedera.



Se continúa con labores complementarias de grada o cultivador para dejar el terreno mullido, pero cuidando que no se pierda la estructura del suelo.



Continuaremos con la labor de asurcado. Es muy conveniente que las camas queden tan levantadas como sea posible (mínimo 20-25 cm), con ello disminuimos problemas de encharcamiento, favorecemos la aireación de las plantas, así como el drenaje del suelo. Esto ayuda a luchar contra la proliferación de enfermedades producidas por hongos.



Labor de asurcado y formación de camas

Si el herbicida se utiliza en preplantación, se aplicará sobre el terreno, para a continuación, incorporarlo con pase de fresadora y conformador.



Aplicación de herbicida



Pase de rotavator y conformador de camas



Pase de rotavator y conformador de camas

Con esta labor de conformador, quedarán hechas las camas donde realizaremos el trasplante.

La separación entre camas puede variar, dependerá en parte de la maquinaria de que se disponga, un marco habitual es de 1,5-1,6 m entre ejes, también es frecuente en algunas zonas una separación de 0,75 m.

Si realizamos riego por goteo, a continuación extendemos las líneas portagoteros sobre las camas. Esta tarea puede realizarse con la misma máquina con la que se realiza el trasplante.

Si se precisan, durante las primeras fases del cultivo, se realizarán escardas manuales para mantener el terreno libre de malas hierbas, la primera de ellas suele darse a los 20-25 días posteriores al trasplante. Así mismo, se realizarán durante el cultivo, los tratamientos necesarios para aplicar productos fungicidas e insecticidas.

6.2. Fertilización

El análisis de suelo antes del establecimiento del cultivo es muy recomendable para poder conocer la disponibilidad y riqueza del suelo en elementos nutritivos. También es interesante conocer otros factores como el pH, materia orgánica, la conductividad eléctrica del suelo y contenido de sodio que informarán si las condiciones son favorables al desarrollo del cultivo, así como establecer el plan de abonado, es decir las cantidades a aportar y el momento de aplicación.

La duración del cultivo del brócoli está muy influida por la variedad y las condiciones meteorológicas, pero en general, es un ciclo que suele estar comprendido entre los 70 y 100 días. Esta corta duración obliga a una rápida aportación del abonado.

Existen enormes diferencias en las cantidades recomendadas para el abonado del brócoli en la bibliografía consultada referente a su cultivo. Estas pueden variar notablemente según las condiciones de suelo, clima, variedad, rendimiento, etc.

Según nuestra experiencia, las necesidades normales para un rendimiento medio de 14-17 t/ha en nuestra zona de cultivo (Vegas del Gadiana) pueden ser:

- ❖ 170-225 UF/ha de nitrógeno.
- ❖ 75-100 UF/ha de fósforo.
- ❖ 200-250 UF/ha de potasio.
- ❖ 20-30 UF/ de calcio.

Con las labores preparatorias podremos incorporar tanto las enmiendas orgánicas como parte del abonado mineral de fondo.



Aporte de estiércol en fondo



Aplicación de abonado de fondo

La aplicación de la fertilización con un sistema de riego por goteo, tiene claras ventajas sobre otros sistemas de riego (inundación, aspersión).

Ventajas de la fertirrigación

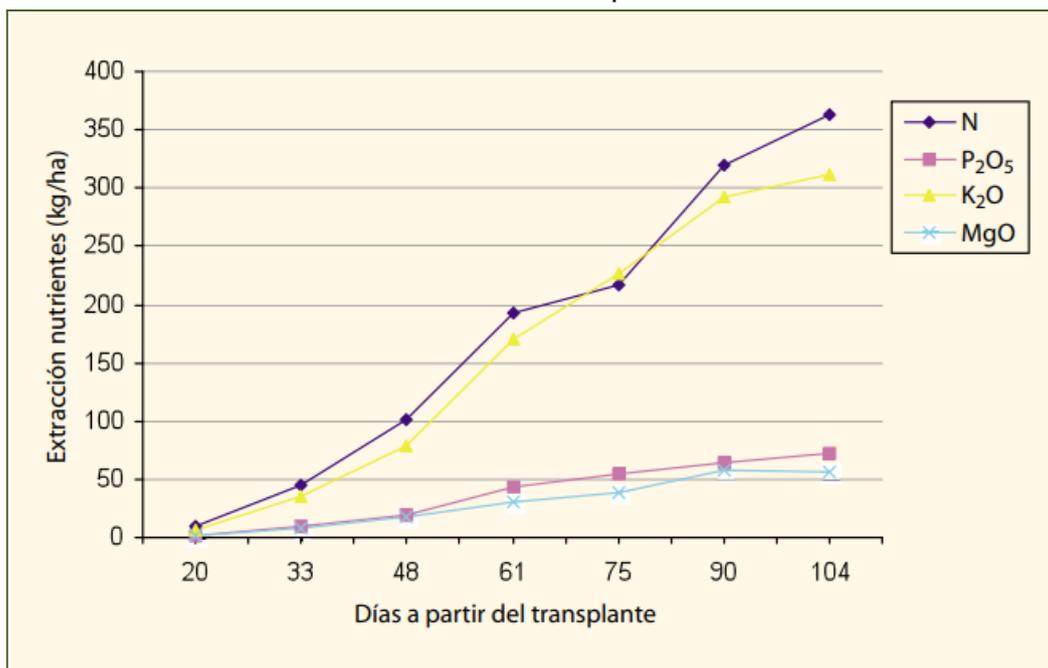
- Posibilidad de localizar y concentrar los nutrientes lo más cerca posible de la zona de raíces:
 - aumenta la eficiencia de estos, ya que se posibilita controlar la concentración en la solución del suelo, y la dosificación según demanda de la planta.
 - Todo ello redundará en una mejora en la producción.
- Alta flexibilidad tanto del momento como de la dosis de abono.
- Se favorece la absorción de nutrientes de baja movilidad, como puede ser el fósforo.
- Ahorro de mano de obra en la aplicación.

Como desventajas:

- Coste de la instalación.
- Mayor coste energético.
- Mantenimiento (roturas, obturaciones, etc).
- Incremento del coste de fertilización, debido al mayor precio de los abonos solubles utilizados.

Las extracciones de nutrientes que realiza un cultivo de brócoli a lo largo de su ciclo pueden verse en el siguiente gráfico.

Ritmo de absorción de nutrientes por el cultivo de brócoli



Fuente: Ramos Mompó y Pomares García, 2010.

El brócoli además de los macronutrientes N, P, K, tiene también unas necesidades altas de Calcio, Azufre, Magnesio, Molibdeno y Boro.

Nitrógeno:

En plantaciones de otoño tardías, no es recomendable una fuerte aportación de nitrógeno previa a la plantación, ya que el nitrato es muy susceptible a la lixiviación si existen fuertes precipitaciones otoñales/invernales.

Además la absorción de nitrógeno en las primeras fases del ciclo de cultivo (3-4 semanas) es muy baja. En consecuencia, no son necesarias grandes aportaciones iniciales de nitrógeno. No obstante, es fundamental, si queremos obtener buenas producciones y un desarrollo adecuado de la planta, que ésta no sufra estrés por falta de nitrógeno en los comienzos de ciclo vegetativo.

Las necesidades de N comienzan a crecer de forma paulatina a partir de los 30-40 días desde el trasplante, incrementándose de forma notable y siendo máximas a partir de los 60 días (planta con 10-12 hojas), cuando aparecen los primeros floretes y durante el desarrollo de los mismos.

El manejo del riego en la fase inicial, debe ser muy cuidadoso para tratar que el nitrógeno esté al alcance de las raíces de las plantas jóvenes, y al mismo tiempo no se pierda por debajo de la zona radicícola.

La cantidad de nitrógeno requerida dependerá del contenido de nitrógeno existente en el suelo al realizar la plantación, las aportaciones realizadas de abonos orgánicos, y otra fuente importante a considerar es el N que se aporta con el agua de riego (en algunos casos bastante elevada).

Las necesidades totales de N para una cosecha media oscilan entre 170 y 225 UF/ha.

En caso de riego por goteo, sistema más habitual, en fondo podemos aplicar aproximadamente un tercio de las necesidades totales: 70-100 UF/ha y el resto de las necesidades, las aportaremos en varias aplicaciones de cobertera: una primera a los 20/30 días de la plantación, incrementando paulatinamente las cantidades hasta dos tres semanas antes de final del cultivo, período en el que aplicaremos un 10-15% de las necesidades totales. En la fase final del cultivo evitaremos las aplicaciones de N, ya que su exceso puede repercutir en la calidad de la pella.

En riegos a pie, podemos hacer una aportación de fondo con un tercio de las necesidades y dos aplicaciones de cobertera, la primera a los 20-30 días del trasplante y la segunda cuando la pella tenga aproximadamente el tamaño de una nuez (3-4 cm).

Deficiencia de Nitrógeno

- Disminución del crecimiento y vigor de las plantas.
- Hojas más pequeñas y de color verde pálido.
- Retraso en la formación de la pella y disminución de rendimiento.

Exceso de Nitrógeno

- Exceso de vegetación en la planta.
- Aumento del tamaño y sobremaduración de la pella.
- Empeora la calidad de la pella y la incidencia de tallo hueco, sobre todo con aplicaciones tras la inducción floral.
- Aumenta la sensibilidad a plagas y enfermedades.

Fósforo:

De los tres nutrientes principales, el fósforo es el menos demandado por el cultivo, la cantidad de aporte requerida en la fertilización es bastante menor que las de nitrógeno o potasio. No obstante, el fósforo tiene una influencia notable sobre aspectos tan importantes como el desarrollo de raíces, la velocidad de crecimiento, la formación de las pellas y el rendimiento.

Su absorción por parte de la planta se mantiene prácticamente constante durante todo el cultivo, descendiendo ligeramente al final del mismo. En la bibliografía consultada, al igual que para los demás nutrientes, existe una enorme variabilidad en cuanto a sus necesidades. Según nuestra experiencia se considera que para una producción media, las aportaciones pueden oscilar entre las 75 y 100 UF/ha.

El fósforo tiene escasa movilidad en el suelo y suele acumularse en capas superficiales, por lo tanto, es aconsejable situarlo cercano al sistema de raíces. Una cantidad considerable de las necesidades totales podemos suministrarlas en el abonado de fondo.

Es conveniente conocer la disponibilidad de fósforo en el suelo. Diversas experiencias han demostrado que con niveles bajos de fósforo en suelo, un aporte de este elemento, sí que repercute en un aumento de la producción, en un adelanto de la maduración, y en mayor calidad de la cosecha. Por el contrario, si la cantidad de fósforo asimilable en el suelo es adecuada, estos efectos mencionados anteriormente no son tan notables. Incluso un excesivo nivel de fósforo en el suelo puede influir en la menor asimilación de algunos microelementos.

Potasio:

La cantidad de potasio que necesita la planta de brócoli es algo superior al requerimiento de N, las necesidades medias pueden oscilar entre los 200 y 250 UF/ha.

Su aportación puede fraccionarse de manera que suministremos un 50-60% de las necesidades totales en el abonado de fondo y el resto, si se realiza riego por goteo, en varias aportaciones de cobertera. Es fundamental que no le falte potasio a las plantas durante las últimas semanas de su ciclo, ya que su absorción es bastante alta durante la fase final del cultivo.

Un aporte de potasio en suelos que ya disponen de un nivel adecuado del mismo, no tiene apenas reflejo en la calidad comercial ni en la producción.

Calcio:

La absorción del calcio por la planta es mayor al final del cultivo, durante el crecimiento de las pellas. En los suelos ácidos es donde principalmente se presenta deficiencia en este elemento. Aplicaciones normales pueden estar en torno a 20-30 UF/ha.

Magnesio:

La planta de brócoli suele necesitar cantidades relativamente altas de magnesio, y su velocidad de absorción es constante a lo largo del cultivo.

En ocasiones con el magnesio existente en el agua de riego y con enmiendas o abonados orgánicos, se cubren sus necesidades. Se estima que en suelos que son deficitarios en magnesio o que tienen contenidos elevados de potasio, las aportaciones pueden estar en torno a 20-25 kg UF/ha. Su velocidad de absorción por la planta es constante a lo largo del cultivo. Su carencia se manifiesta normalmente por un amarilleamiento de las hojas más viejas.

Boro:

La deficiencia en boro puede ser debida a suelos con pH muy básico, baja luminosidad y estrés hídrico. El brócoli es un cultivo que manifiesta de forma frecuente deficiencias de boro, aunque se deben corregir sus carencias, hay que tener la precaución de sobrepasar mucho el aporte necesario, ya que se puede producir fitotoxicidad.

Las carencias de Boro se manifiestan por una disminución de la velocidad de crecimiento de la planta en general, así como menor desarrollo de raíces. Estas carencias pueden provocar aumento en el número de tallo hueco, deformaciones en las hojas más jóvenes, color verde azulado de los limbos foliares y manchas “corchosas” en los peciolo y en el interior de los tallos huecos.

Es recomendable que en el suelo exista al menos 1 ppm de boro. Para correcciones de posibles deficiencias pueden ser suficientes aportaciones de 10-15 kg/ha de bórax cada 2-3 años, también pueden hacerse las aportaciones por vía foliar.

Rangos de valores de referencia en un análisis de suelo

Características físico-químicas suelo	Valores de referencia
pH en agua 1:2,5	6,6-7,5
Conductividad eléctrica 1:5 a 20°C (mmhos/cm)	0-2
Nitrógeno total (Kjeldahl) (ppm)	0,11-0,20
Materia orgánica oxidable (%)	2,0-2,5
Fósforo asimilable, método Olsen (P) (ppm)	13-18
Sodio (Na ⁺) (meq/100g)	0,6-1,0
Potasio (K ⁺) (meq/100g)	0,51-0,75
Calcio (Ca ⁺⁺) (meq/100g)	10-14
Magnesio (Mg ⁺⁺) (meq/100g)	1,6-2,5
Capacidad de intercambio catiónico	12-25
Relación C/N	10-12
Caliza total (%)	6-9

Cuadro resumen extraído de González, M.C. 1990. Métodos analíticos para análisis de suelos. Colección Información Técnica Agraria. Junta de Extremadura.

6.3. Herbicidas

Según que realicemos los tratamientos herbicidas en pretrasplante o postrasplante, existen varias materias activas autorizadas:

- Pendimetalina: control de malas hierbas anuales, en preemergencia o postemergencia precoz. Solo al aire libre en pretrasplante en una única aplicación por campaña sin superar los 5 l/ha. PS: 90 días.

Se aplicará 4-5 días previamente al trasplante. Aumenta notablemente su eficacia si el terreno tiene humedad.

- Metazacloro 50%: actividad herbicida, selectiva, en postrasplante, una vez arraigadas las plantas. No aplicar si se esperan fuertes lluvias. Eficaz contra muchas monocotiledóneas y dicotiledóneas.

Es más eficaz en preemergencia de las malas hierbas, aplicar 5 días después del trasplante. Regar a continuación del tratamiento. Dosis de 1,5-2 l/ha en pulverización normal.

Si se aplica 15 días después del trasplante, bajar la dosis a 0,5 l/ha.

En suelos muy arenosos, pueden producirse fitotoxicidades.

- Propizamida 40%: Controla malas hierbas anuales. Aplicación en post-plantación y como mínimo 7 días después de la plantación. Dosis 2,5 l/ha, PS de 60 días.

Es necesario ser cautelosos con el uso de herbicidas ya que el cultivo puede dañarse si la aplicación o el momento no son los adecuados.



Efectos del herbicida en hoja

6.4. Plantación. Densidades. Fechas

El cultivo del brócoli comienza con la producción en semillero de la plántula que va a utilizarse en el trasplante. En esta fase de semillero que dura entre 35 y 50 días, se busca ofrecer a la semilla y a la planta las mejores condiciones para su buen desarrollo y crecimiento.



Siembra de bandejas en vivero de producción de planta



Producción de plantas en vivero



Primeros estadios de la planta en bandeja

Las plántulas deben ser llevadas a campo cuando tengan de tres a cuatro hojas totalmente desarrolladas, una altura de 12 a 15 cm, un buen desarrollo radicular y han de estar perfectamente sanas y sin ningún tipo de enfermedad.



Trasplantar plántulas con un desarrollo mayor al mencionado, puede provocar una formación prematura de inflorescencias. El trasplante puede realizarse de forma manual o más habitualmente con máquinas trasplantadoras.

Es muy importante para un mejor arraigo, que la planta al trasplantarse no quede con el cepellón muy profundo ni que sobresalga mucho de la superficie. Así mismo, es fundamental una buena compactación con la tierra y un riego inmediatamente posterior al trasplante.



Trasplante manual



Maquinaria de trasplante

Es recomendable no realizar plantaciones en terrenos donde se han cultivado otras crucíferas, como repollo, coliflor, etc., para evitar la continuidad de los ciclos reproductivos tanto de plagas como de enfermedades.

Los marcos de plantación son variables y estarán en función de:

- Época de trasplante
- Maquinaria disponible
- Destino del producto: mercado fresco o congelado

De manera general se considera que:

- Para una misma variedad, los ciclos primaverales y de principios de otoño, proporcionan pellas mayores que los ciclos de invierno.
- El tamaño de la pella está influenciado por el marco de plantación. Generalmente marcos más amplios, producen pellas de mayor calibre y mayor incidencia de tallo hueco.

Se pueden hacer las plantaciones en una sola línea por cama o dos o más líneas pareadas situando las plantas a tresbolillo para favorecer la aireación y desarrollo de las plantas.

Las densidades usuales en Extremadura están entre 33.000 - 35.000 plantas/ha, para un cultivo de primavera, y 28.000 – 33.000 plantas/ha en cultivo de otoño. El marco de plantación más utilizado es el de 1,5 m entre líneas y 0,40 m entre plantas, con dos líneas de cultivo pareadas y plantas colocadas a tresbolillo.



Plantación al tresbolillo



Vista general de la plantación

En los últimos años se han creado, por mejora genética, variedades que permiten en aquellas regiones que reúnen condiciones agronómicas adecuadas, recolectar brócoli en casi todas las fechas del año, para ello será necesario elegir la zona de cultivo, en función de las temperaturas habituales en la misma, y modificar en alguna medida las técnicas culturales.

En Extremadura, el brócoli se cultiva de forma casi exclusiva en las Vegas del Guadiana, las fechas más recomendables de siembra/trasplante son las siguientes:

Campaña de primavera:

- Siembra en semillero: 1 al 31 de enero (35-50 días en semillero).
- Trasplante: mediados de febrero a finales de marzo.
- Recolección desde primeros de mayo a mediados/finales de junio.

Campaña de otoño:

- Siembra en semillero: 1 de julio al 15 de septiembre (35-40 días en semillero).
- Trasplante: 10 de agosto a 30 de octubre.
- Recolección desde mediados de octubre a primeros de marzo.

Aunque es posible cultivar brócoli en Extremadura fuera de estas fechas, adelantando o retrasando las fechas de trasplante recomendadas, lo cierto es que se corre un riesgo importante si se producen condiciones climatológicas adversas durante el cultivo: temperaturas muy elevadas o muy bajas, periodos prolongados de heladas, lluvias abundantes y encharcamientos. Estos riesgos se manifiestan en maduración anticipada, mayor incidencia de enfermedades, retrasos en el desarrollo vegetativo, aparición de fisiopatías y en general, disminución de la calidad de la pella y rendimientos.

6.5. Riego

Las necesidades totales de agua varían mucho según se realicen las plantaciones a mediados o a finales de verano, o a la salida del invierno.

Para una plantación de mediados de agosto las necesidades de riego son aproximadamente de 1.750-2.500 m³/ha. Indudablemente, el volumen de agua que se deberá aportar, estará muy condicionado por la cantidad de agua que proporcione la pluviometría en cada momento.



Equipo de riego por goteo



Vista general de plantación

Recomendaciones de riego:

- Aplicar un riego previo al trasplante para dejar el terreno con la humedad adecuada. Si el riego es por goteo es fundamental, que los bulbos originados por los goteros se solapen, y que toda la zona donde se va a situar la planta esté lo suficientemente húmeda.
- Para asegurar un buen arraigo, dar un riego (30-40 mm) después del trasplante.
- Pasados 4-5 días del trasplante dar otro riego con 20-30 mm.
- Durante las primeras fases del cultivo mantener el suelo con un nivel medio de humedad, buscando que las plantas tengan un buen arraigo y que se desarrolle el sistema radicular.
- Dependiendo de varias circunstancias como son el tipo de suelo (ligero o pesado), condiciones climatológicas, evapotranspiración, desarrollo vegetativo de la planta etc, la frecuencia de los riegos puede variar. Por regla general, en riego por goteo, debemos realizar entre 2-3 riegos semanales.
- Es conveniente por problemas de hongos, evitar excesos de humedad en torno a los tallos.
- El sistema más idóneo y eficiente de riego es el de goteo.
- Un riego eficiente y uniforme, nos posibilita tener una nutrición de la planta adecuada y por tanto un buen sistema radicular.



Detalles de riego por goteo

7. PLAGAS, ENFERMEDADES Y FISIOPATÍAS

La incidencia de algunos problemas del cultivo puede verse afectada por algunas circunstancias:

Suelo:

- Se ha de evitar rotaciones de cultivos con plantas de la misma familia que perpetúen plagas y enfermedades específicas.
- Es conveniente realizar labores adecuadas que propicien una buena estabilidad al suelo, evitando compactaciones y estratos de terreno impermeables, con el consiguiente aumento de encharcamientos y excesos de humedad.

Agua:

- El agua de lluvia y los riegos excesivos, pueden originar los ambientes propicios para la multiplicación de ciertos hongos.

Material vegetal:

- Genéticamente, en el aspecto de introducción de resistencias o tolerancias a enfermedades, a excepción de unas mínimas para mildiu, en brócoli no existen muchas mejoras en ese sentido.
- La forma de la pella, según sea más o menos aplanada puede influir en la retención de agua en la superficie de la misma, creándose un ambiente propicio a la infección.



Formas planas y abovedadas de la pella

- El diferente desarrollo de los floretes, produce en la pella un abullonado excesivo que favorece la retención de agua.



Pella de superficie lisa y muy abullonada



Retención de agua entre los floretes

Técnicas de cultivo:

- El riego por aspersión favorece la proliferación de hongos.
- Con riego localizado por goteo se ha observado una menor incidencia de enfermedades.
- Con camas bien elevadas es menos frecuente la presencia de encharcamientos, y por tanto la aparición de hongos.



Labor de formación de camas, que deben quedar elevadas

- La forma de plantación (a tresbolillo o en una sola línea), la densidad de plantas (alta o baja) o la orientación de las líneas de cultivo en función de vientos dominantes, pueden aumentar o disminuir la aireación entre plantas y por tanto influir en los niveles de humedad relativa ambiental, y favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas.
- Cuando ya se ha cosechado una parcela en la finca, conviene enterrar lo antes posible los restos vegetales, ya que éstos pueden ser un foco transmisor de plagas y enfermedades para las parcelas que aún no han sido recolectadas.
- Retrasar la recolección, para que la pella alcance su peso máximo, aumenta el riesgo de aparición de enfermedades. Adelantar unos días la recolección puede disminuir los ataques de *Alternaria* y *Botritis*, lógicamente en detrimento de la producción. Es conveniente tener en cuenta las condiciones meteorológicas existentes y previsibles a corto plazo (humedad y temperatura) para prevenir la aparición de estas enfermedades y buscar un equilibrio.

Recomendaciones para mejorar la sanidad del cultivo:

- Emplear semilla sana o desinfectarla. En trasplante emplear plantas sin síntomas de enfermedad ni heridas o síntomas de infección en los cotiledones.
- Utilizar en la medida de lo posible variedades menos susceptibles o resistentes a las enfermedades más frecuentes.
- En las primeras fases de cultivo son muy aconsejables tratamientos fungicidas preventivos, sobre todo en períodos con humedad alta.
- Riegos controlados, evitando el exceso de humedad en el terreno.
- Realizar las camas de cultivo lo más elevadas posible.
- Utilizar preferentemente riego por goteo, evitando en lo posible el riego por aspersión.
- Realizar rotaciones de cultivo, sobre todo no repetir cultivos de especies crucíferas en años sucesivos. Eliminar residuos de cultivos anteriores y malas hierbas.
- Procurar una buena aireación de las plantas. Es aconsejable disminuir la densidad de plantación, con ello además de dar una mayor ventilación a las plantas, favorecemos la eficacia de los tratamientos fitosanitarios.
- Las variedades con pella más abovedada retienen menos la humedad y el agua que aquellas cuya pella tiene una superficie más plana, y por tanto, crean unas condiciones menos favorables para el ataque de hongos y bacterias.
- No abusar de abonados nitrogenados, reducir en lo posible las unidades fertilizantes de N.
- Emplear altos volúmenes de caldo en los tratamientos, procurando hacer un buen recubrimiento de toda la superficie foliar y ajustándolos al desarrollo vegetativo de las plantas. Utilizar además presiones de aplicación lo más elevadas posible, con una correcta elección de las boquillas. Con ello conseguimos una mayor eficacia en los tratamientos.
- No buscar siempre el máximo peso y desarrollo de la pella. Adelantar unos días la recolección puede disminuir ataques de *Alternaria* y *Botritis*, lógicamente en detrimento de la producción. Es conveniente tener en cuenta las condiciones meteorológicas existentes y previsibles a corto plazo (humedad y temperatura) y buscar un equilibrio.

7.1. Principales plagas

Gusano de alambre y gusano gris (*Agriotes* y *Agrotis*):

Los insectos de suelo que provocan los mayores daños en brócoli, son dos coleópteros noctuidos pertenecientes a los géneros *Agriotes* (gusanos de alambre) y *Agrotis* (gusanos grises). Causan daños en muchas plantas hortícolas, sobre todo cuando las plantas son más jóvenes.

Atacan a raíces y cuello de las plantas, a las que provocan debilitamientos y heridas. Son dos plagas polífagas que se desarrollan mejor en terrenos húmedos.

Tienen un cuerpo cilíndrico y alargado, alcanzando 20-25 mm de longitud y 2-3 mm de grosor.



Oruga de *Agrotis ipsilon*

Es aconsejable tomar medidas preventivas antes de la plantación, con incorporación de productos insecticidas, normalmente cebos granulados, enterrándolos con una labor. Si el cultivo se realiza con riego localizado, también pueden aplicarse en el agua de riego.

Lepidópteros

Entre las varias especies pertenecientes al Orden *Lepidoptera* que atacan al brócoli, pueden destacarse como más importantes:

Gardama (*Spodoptera exigua*):



Oruga

La larva de color generalmente verde a marrón, en ocasiones con líneas longitudinales de color amarillo, tiene un tamaño de hasta 40 mm, con 3 patas torácicas y 5 pares de falsas patas en abdomen. La pupa se desarrolla en la tierra.

El adulto, de un tamaño de unos 30 mm, tiene las alas anteriores de color marrón grisáceo, las alas posteriores son claras. Los huevos los depositan en plastones

Presenta 4-6 generaciones anuales, es una plaga polífaga que ataca a gran número de especies.



Daños en hoja



Daños en planta

Daños:

Mordeduras y perforaciones internerviales en hojas, si el ataque es muy fuerte, se pueden producir defoliaciones que afectan al desarrollo vegetativo. Atacan también a los frutos.

En ocasiones, pueden destruir la yema terminal de crecimiento, quedando la planta ciega y sin desarrollarse.

Hellula undalis

Es una polilla que ataca a todas las partes de la planta pero sus ataques son más dañinos cuando se producen en las yemas terminales del tallo, ocasionando lo que se conoce como “planta ciega”.

Los adultos son polillas de color gris-marrón, tienen una envergadura aproximada de 1 cm, ponen los huevos en zonas resguardadas de la planta, normalmente en la superficie de las hojas más jóvenes, de forma individual o en grupos de



2-3. De estos huevos salen las larvas que penetran directamente en el tallo.

Las orugas son las que provocan los daños, pueden alcanzar los 15 mm, pudiendo ser sus ataques bastante importantes sobre todo en las primeras fases vegetativas.

Los tratamientos deben hacerse a los pocos días del trasplante, una vez que la planta está bien arraigada.

Mariposas de la col (*Pieris rapae* y *Pieris brassicae*):

Entre las varias especies pertenecientes al Orden *Lepidoptera* que atacan al brócoli, pueden destacarse como más importantes: *Pieris rapae* y *Pieris brassicae*.

Pieris rapae:

Las orugas jóvenes viven normalmente en el haz, mientras que las orugas más desarrolladas se diseminan por toda la hoja y a veces se introducen en la pella.

Tienen entre 2 y 5 generaciones anuales, en función de las condiciones climatológicas. Los huevos los depositan en el envés de las hojas de forma individual y aislada.

Las orugas son de color verde con abundante pilosidad alcanzando los 3-4 cm de longitud. Poseen 3 pares de patas torácicas y pares abdominales.

Las mariposas o adultos, tienen las alas blancas con manchas negras muy características en las alas anteriores.



Mariposa y orugas de *Pieris*

Pieris brassicae:

La oruga es algo mayor que la de *P. rapae*, llegando a medir hasta 5 cm. Posee 3 pares de patas torácicas y cinco abdominales. Su color es amarillo blanco con puntos negros.



Mariposa y orugas de *Pieris brassicae*

El macho es una mariposa de color blanco, con una mancha oscura en la esquina superior de sus alas anteriores, alcanzando una envergadura de 40-60 cm. Es de mayor tamaño que la mariposa de *P. rapae*.

Los huevos, de color amarillo, los depositan en el envés de las hojas y en los tallos, en forma de plastones y en número de 20 a 50.

Tiene 3-5 generaciones anuales, dependiendo de las condiciones meteorológicas.

Las temperaturas óptimas para el desarrollo de estas dos plagas se sitúan entre los 22 °C – 35 °C

Daños:

Se alimentan fundamentalmente de la hoja, respetando el nervio central. Dependiendo de la intensidad de la plaga, los daños ocasionados pueden ser importantes en la planta. No atacan a la pella del brócoli, pero pueden alojarse en ella, produciendo depreciaciones.

El momento crítico para el tratamiento de esta plaga es al comienzo del cultivo, cuando las plantas tienen un menor desarrollo.



Orugas y daños en tallo y hojas de *Pieris brassicae*

Polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella*):

Este lepidóptero es posiblemente el mayor enemigo de las crucíferas.

Los adultos son pequeñas mariposas de un color grisáceo y una línea sinuosa, con un desarrollo de entre 10 y 15 mm de envergadura, realizan la puesta de los huevos de manera individual o en pequeños grupos, en el haz o en el envés de las hojas, son ovalados y de color amarillo o verde pálido, muy pequeños.

Crisalidan en invierno, apareciendo las primeras orugas en febrero-marzo.

Las orugas son de color blanquecino al principio y verde oscuro al final de su ciclo, pudiendo alcanzar los 10-15 mm de longitud, son muy móviles, localizándose en el envés de las hojas. La cabeza es parda oscura, posee manchas negras en protórax, el cuerpo es afilado y de color verde.



Al principio la larva produce daños en el parénquima de la hoja sin roer la epidermis (efecto ventana).



Daños en hoja de *Plutella*

También producen daños a los cogollos de las plantas más jóvenes. Al final del estado larvario, manifiestan una gran voracidad, atacando a todo el limbo foliar a excepción de los nervios, produciendo grandes agujeros en la hoja, en primer lugar en las hojas del exterior, pasando posteriormente a crisalidar en las hojas del interior. Esto además de provocar una fuerte defoliación produce ventanas para acceso de patógenos.

Producen también importantes daños a los brotes terminales, la larva come parte de los floretes produciéndose posteriormente deformaciones. A veces penetran al interior de la pella, provocando daños en la misma, además de la depreciación comercial que supone.



Daños en hoja y tronco

La pupa se localiza en las hojas principalmente, dentro de un capullo de seda adherido a la superficie foliar.



El número de generaciones varía mucho en función de la climatología, oscilan entre 3 y 7.

Esta plaga tiene un difícil control, por lo que son muy aconsejables tratamientos preventivos sobre todo en fase de inducción floral o cuando se están formando los cogollos.

Lucha contra lepidópteros

Los métodos de tratamiento pueden ser iguales o muy similares para todas las orugas que atacan a las crucíferas.

Si la lucha es química, podemos utilizar materias activas como: Cipermetrina, Deltametrina, Indoxacarb, Clorarantraniliprol, Alfacipermetrina, Lambda-cihalotrin, Azadiractrin, Acetamiprid, Spinetoram, etc.

En tratamientos biológicos puede utilizarse *el Bacillus thuringiensis Aizawai* y *Bacillus thuringiensis kurstaki*, más un mojante, desde poco antes de la formación del cogollo y en los primeros estados de desarrollo de las orugas.

- Los tratamientos al aire libre se harán desde la segunda hoja verdadera, hasta la madurez completa, repitiendo las aplicaciones cuando sea necesario, cuidando de cambiar de materia activa.
- Es muy importante mantener protegidas las plantas durante la fase del acogollado.
- Los tratamientos serán más efectivos si se realizar en las primeras fases del desarrollo de la oruga.
- Como en todos los tratamientos de crucíferas es muy recomendable el uso de mojantes en los tratamientos, dado el carácter ceroso de las hojas.
- Así mismo es muy recomendable el hacer los tratamientos ajustando las dosis de caldo al desarrollo vegetativo de las plantas, aplicar con altas presiones y mojando muy bien el envés de las hojas.
- Medidas auxiliares, pueden ser la colocación de trampas con feromonas y sueltas de fauna auxiliar.
- Como medidas preventivas, es muy conveniente eliminar restos de cultivos anteriores y malas hierbas.
- La importancia de los daños en gran medida depende de la intensidad de la población, por tanto es muy recomendable controlar su presencia. Una forma adecuada de control es mediante el uso de trampas de monitoreo de plagas que nos permiten detectar de forma temprana su presencia en los cultivos y así poder determinar el momento óptimo para realizar los tratamientos.



Tratamiento fitosanitario

Mosca blanca (*Delia radicum*):

Esta plaga aparece al comienzo del cultivo o inmediatamente después de la plantación.

El insecto pasa el invierno en forma de pupa enterrada en el terreno unos 5-10 cm, apareciendo los adultos en primavera. El número de generaciones anuales suele ser de 3 ó 4 con una primera que aparece en primavera y una última en otoño.

Las larvas son blancas, de 7-10 cm de longitud. atacan en principio a las plantas más jóvenes, evolucionan en la zona de raíces o en la base de los tallos, las raíces se muestran carcomidas y se aprecian galerías en los tallos. Los ataques en raíces suelen ir acompañados de la aparición de hongos saprofitos que pueden dañar muy seriamente el sistema radicular, otros síntomas que aparecen en plantas atacadas son: marchitez y falta de vigor de la planta, y hojas externas decoloridas. Sus ataques, si son fuertes, pueden provocar la muerte de la planta, sobre todo si el ataque se realiza sobre plantas muy jóvenes.

Recomendable para luchar contra esta plaga hacer rotaciones de cultivo, supresión de malas hierbas, cuidar la sanidad de la planta en semillero, empleo de variedades tempranas, adelantar la fecha de trasplante, realizar pulverizaciones sobre el cepellón de la planta de forma inmediata al trasplante, repitiéndolos a los pocos días.

Pulgones:

Al brócoli pueden atacarle diversas especies de pulgones, siendo la *Brevicoryne brassicae* perteneciente al Orden Homoptera la que produce mayores daños.

De color gris, producen secreciones cerosas de color blanco que hace su presencia muy reconocible.



Colonia de *Brevicoryne brassicae*

Comienzan sus puestas en las hojas más tiernas de la planta, de la que luego van a extraer su savia, debilitando y disminuyendo el vigor de la misma. En las hojas se producen abarquillamientos y deformaciones, pudiendo llegar a secarse. Además de este daño, produce otro indirecto al ser los pulgones transmisores de virus.

Son muy importantes las localizaciones rápidas de su presencia, así podremos dar tratamientos por zonas concretas y evitar su expansión por toda la parcela.

En el caso de su presencia, es muy conveniente dar tratamientos previos a que la planta inicie la formación del cogollo, ya que una vez invadido éste, los tratamientos pierden gran parte de su eficacia.

A tal fin, es muy conveniente instalar trampas cromáticas que nos permitan detectar su presencia en la parcela.

Su propagación se ve favorecida por temperaturas otoñales elevadas, pudiendo alcanzar, si las condiciones son apropiadas, poblaciones muy numerosas, teniendo muchas generaciones anuales.

Para su lucha resulta conveniente eliminar restos de anteriores cultivos de otras crucíferas y controlar las malas hierbas donde depositan los huevos invernales, debemos evitar además aportes excesivos de nitrógeno.

La mayor parte de las veces, los tratamientos químicos se hacen imprescindibles, con un volumen de caldo elevado para poder llegar a todas las zonas de la planta, y muy aconsejable el empleo de mojantes-adherentes.

ALGUNAS MATERIAS ACTIVAS AUTORIZADAS POR EL M.A.P.A. PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN BRÓCOLI. Actualizado en febrero de 2021

PLAGA	MATERIA ACTIVA
ACAROS	Aceite de colza Azufre Maltodextrin 59,8 %
GUSANOS GRISES	Lambda-cihalotrin 10 % Deltametrina 2,5 % Cipermetrina 5 %
SPODOTERA EXIGUA	<i>Bacillus Thuringiensis Kusttaki</i> (Biológico)
HELICOVERPA ARMIGERA	<i>Bacillus Thuringiensis Kusttaki</i> (Biológico)
LARVAS DE LEPIDOPTEROS	Azadiractin 2,6 % Deltametrina 2,5 % <i>Bacillus Thuringiensis Aizawai</i> (Biológico)
LEPIDOPTEROS	Acetamiprid Spinetoram 2,5
MARIPOSAS DE LA COL	Alfacipermetrina 10 % Betaciflutrin 2,5 % Lambda cihalotrin 10 %
POLILLAS	Azadiractin 2,6 % Deltametrin 1,57 % Cipermetrina 5 % Lambda cihalotrin <i>Bacillus Thuringiensis Kusttaki</i> (Biológico)
MOSCA BLANCA	Aceite de colza Azadiractin 1 % <i>Beauveria bassiana</i> (Biológico) Betaciflutrin 2,5% Cipermetrina 5 y 50 % Deltametrin 1,57 % Y 2,5 % Lambda-cihalotrin Maltodextrin 59,8 % Piretrinas Spirotetramat
PULGONES	Aceite de Colza Acetamiprid 20 % Azadiractin 1 % y 2,6 % Piretrinas Maltodextrin 59,8 % Pirimicarb 50 % Betaciflutrin 2,5%

7.2. Principales enfermedades

Hongos del cuello

Son un conjunto de enfermedades, *Pythium*, *Phoma lingam*, *Rhizoctonia solari* conocidas como Damping-off. Suelen atacar en un principio en los semilleros y posteriormente al inicio de la vegetación. Se manifiesta siempre el ataque en la base del cuello de las plantas y en ocasiones en la masa radicular, aparece una zona oscura que se va agrietando, afectando a la circulación de la savia y por tanto al crecimiento de la planta, pudiendo ocasionar la muerte total de la misma.

Esta enfermedad se ve favorecida por altas densidades de plantación, encharcamientos, altas temperaturas, malas condiciones de germinación en semilleros.

Algunas medidas preventivas para luchar contra el ataque de hongos de cuello:

- Utilizar para la siembra semilla sana y desinfectada.
- Utilizar para el trasplante planta sin infección.
- Evitar en el terreno exceso de humedad.
- No cultivar en terrenos que hayan tenido crucíferas en el último año.
- Evitar el exceso de abonos nitrogenados.
- Preparados a base de microorganismos tipo *Trichoderma harzianum* aplicados en el sustrato también tienen acción preventiva.

Alternaria (*Alternaria brassicae* y *A. brassicicola*):

Es posiblemente la enfermedad fúngica más común en el cultivo del brócoli. Sus ataques son más importantes en otoño/invierno, sobre todo, si se dan condiciones de temperaturas elevadas para esa época.

Pueden comenzar sus ataques a plantas desde la etapa de semilleros, originando marras de nascencia, e infecciones en plántulas.

En campo, las esporas germinan en la superficie del limbo de las hojas y pueden diseminarse a través del agua, del aire y mecánicamente. Si las condiciones son favorables, pueden permanecer viables en los tejidos de la hoja varias semanas.

Condiciones favorables para la germinación son altas humedades y temperaturas de:

- *A. brassicicola*: en torno a 26 °C.

- *A. brassicae*: en torno a 22 °C.

El ataque se manifiesta en un principio en las hojas más viejas en forma de lesiones pequeñas, concéntricas de color marrón oscuro, rodeados normalmente por halos amarillos, estas lesiones pueden unirse y si los ataques son muy severos las hojas se tornan amarillas y pueden secarse. En general, los ataques en hojas no tienen una especial repercusión en el posterior rendimiento del cultivo.

Los ataques en la inflorescencia, se producen normalmente al final del ciclo de cultivo y cuando está próxima la recolección. Se manifiestan visualmente por manchas negras en la superficie de la pella y ocasionan gran depreciación comercial.



Daños de *Alternaria* en hojas y pellas



Detalle de daño en los floretes

Botritis (*Botrytis cinerea*):

Este hongo sobrevive en los restos de cultivos anteriores o en el suelo. Sus mejores condiciones de desarrollo se dan normalmente con altas humedades y temperaturas moderadas entre 20 y 22° C. Infecta a la planta a través de las heridas o de tejidos ya envejecidos y puede atacar tanto a hojas, tallos o pellas. Las infecciones pueden presentarse durante cualquier fase del cultivo, pero preferentemente al final del mismo, y durante el almacenamiento de las pellas.

Los síntomas se manifiestan por pequeñas manchas marrones, blandas y húmedas que crecen rápidamente y se recubren con un velo marrón/grisáceo.

Al igual que la Alternaria, su ataque puede producir una absoluta depreciación comercial de la pella.





Daños de Botrytis en pellas

Mildiu (*Peronospora parasítica*):

Es un hongo cuyo ataque puede verse en cualquier estado fenológico y de crecimiento de la planta. Puede sobrevivir 2 ó 3 años en residuos de cultivos anteriores y en malas hierbas.

Antes de la plantación, pueden verse en los cotiledones el micelio de color blanco grisáceo, pudiendo llegar a caerse las primeras hojas verdaderas. Este micelio blanco-grisáceo también puede verse luego en el envés de las hojas adultas, en la zona de haz, estas áreas que están delimitadas por los nervios centrales, se tornan amarillas.

Sus síntomas se manifiestan también en el centro de los tallos y en la pella que se vuelven negros.

El tiempo frío y la elevada humedad atmosférica favorecen su desarrollo, necesita para su desarrollo temperaturas nocturnas de 8 °C a 12 °C y diurnas inferiores a 22 °C, para su infección es necesario que en la superficie de la hoja exista una película de agua.



Sintomatología de daños en hoja



Sintomatología de daños en pella

Xanthomonas (*Xanthomonas campestris*):

Es una bacteria que puede sobrevivir en restos de cultivos precedentes y en determinadas malas hierbas, también puede transmitirse por la semilla. La bacteria penetra por los estomas de las hojas y puede propagarse rápidamente haciendo primero su aparición en el borde las hojas, a continuación se forman manchas deprimidas y traslúcidas en el limbo, con frecuencia el centro de estas lesiones se rompe. Las plantas pueden verse afectadas en cualquier etapa de su crecimiento.



Desde las hojas, la bacteria puede propagarse por toda la planta, haciéndose sistémica, ocasionando retrasos en el crecimiento y desarrollo, y por tanto, menores rendimientos.

Como en todas las bacteriosis, favorecen la infección las temperaturas medias/altas, pero también las frías de invierno, y los periodos prolongados de rocío o agua sobre las hojas.

Como medidas de lucha, se recomienda: utilizar semilla libre no infectada, evitar lo más posible la humedad persistente en el terreno y en las hojas, y no plantar en terreno donde en los últimos años se hayan cultivado crucíferas.



Rhodococcus fascians:

Esta bacteria produce en las plantas brotaciones anormales originadas en numerosas y pequeñas raíces secundarias. Las plantas afectadas presentan un escaso vigor y desarrollo, siendo improductivas. Su ataque hasta la fecha no muestra excesiva virulencia.



No obstante, se recomienda arrancar lo antes posible las plantas atacadas.



Buenas prácticas para disminuir la incidencia de enfermedades:

- Emplear semilla sana o desinfectarla. En trasplante emplear plantas sin síntomas de enfermedad ni heridas o síntomas de infección en los cotiledones.
- Utilizar en la medida de lo posible variedades menos susceptibles o resistentes a las enfermedades más frecuentes.
- En las primeras fases de cultivo son muy aconsejables tratamientos fungicidas preventivos, sobre todo en períodos que exista abundante humedad.
- Riegos controlados, evitando el exceso de humedad en el terreno.
- Realizar las camas de cultivo lo más elevadas posible para evitar encharcamientos en torno a las plantas. Utilizar preferentemente riego por goteo, evitando en lo posible el riego por aspersión.
- Realizar rotaciones de cultivo, sobre todo no repetir cultivos de especies crucíferas en años sucesivos. Eliminar residuos de cultivos anteriores y malas hierbas.
- Procurar una buena aireación de las plantas. Es aconsejable disminuir la densidad de plantación, con ello además de dar una mayor ventilación a las plantas, favorecemos la eficacia de los tratamientos fitosanitarios.
- Las variedades con plantas de porte abierto y pella elevada del suelo, favorecen la aireación y disminuyen la humedad, y por tanto, disminuyen el riesgo de ataque de hongos y bacterias.
- Las variedades con pella más abovedada retienen menos la humedad y el agua que aquellas cuya pella tiene una superficie más plana, y por tanto, crean unas condiciones menos favorables para el ataque de hongos y bacterias.
- No abusar de abonos nitrogenados, ajustando la fertilización a las necesidades de las plantas.
- Así mismo es muy recomendable el hacer los tratamientos ajustando las dosis de caldo al desarrollo vegetativo de las plantas, aplicar con altas presiones y mojando muy bien el envés de las hojas, siendo conveniente el uso de mojanter, dado el carácter ceroso de las hojas.

ALGUNAS MATERIAS ACTIVAS AUTORIZADAS POR EL M.A.P.A. PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN BRÓCOLI.

Actualizado en febrero de 2021

ENFERMEDAD	MATERIA ACTIVA
HONGOS DEL CUELLO	Etridiazol 48% Fludioxonil + Metalaxil Fosetil 80% Metalaxil 33,9% Propamocarb 60,5% Difenoconazol 25% Piraclostrobin 6,7% + boscalida 26,7% Trichoderma
ALTERNARIA	Azoxistrobin + difenoconazol Difenoconazol 25% Hidróxido cúprico 13,6 % + Oxicloruro de cobre 13,6 % Oxicloruro de cobre Mancozeb Piraclostrobin 6,7% + Boscalida 26,7%, Tebuconazol 50% + Trifloxistrobin 25% Sulfato cuprocálcico
BROTRITIS	Piraclostrobin 6,7% + boscalida 26,7% Pythium Olegandrum (cepa M1)
MILDIU	Azoxistrobin + difenoconazol Azoxistrobin Dimetomorf 9% + Mancozeb 60% Mancozeb 80% Mancozeb + Metalaxil Mancozeb + oxicloruro de cobre Oxicloruros de cobre Metalaxil 25% Propamocarb 52,5%+ fluopicolida 6,25% Sulfato suprocálcico
OIDIO	Azoxistrobin Azufre Metrafenona Piraclostrobin 6,7% + boscalida 26,7%
ANTRACNOSIS	Azoxistrobin 25% Mancozeb 20% + oxicloruro de cobre 30% Piraclostrobin 6,7% + boscalida 26,7% Sulfato suprocálcico
BACTERIOSIS	Hidóxido cúprico Oxicloruro de cobre Mancozeb 20% + oxicloruro de cobre 30% Sulfato suprocálcico

Una información más detallada y actualizada de todas las materias activas autorizadas por el M.A.P.A. para tratamientos fitosanitarios del brócoli, puede consultarse en el siguiente enlace:

<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/productos/conaplipla.asp>

Así mismo, es muy recomendable y útil consultar la ORDEN de 7 de abril de 2017 por la que se aprueba la norma técnica específica de producción integrada de brócoli en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Se puede acceder a ella mediante el enlace:

<http://doe.gobex.es/pdfs/doe/2017/770o/17050119.pdf>

7.3. Principales fisiopatías

Se puede entender como fisiopatía la anormalidad que se manifiesta de forma funcional o morfológica en la planta o en el fruto originada por algún agente biótico o abiótico.

Las de origen abiótico están ocasionadas normalmente por exceso de calor o frío, carencias o excesos de ciertos elementos nutricionales, sustancias tóxicas, y daños atmosféricos o mecánicos. Entre las principales y más frecuentes de origen abiótico y que pueden afectar al cultivo del brócoli están:

Plantas ciegas:

A veces se observan en las plantaciones algunas plantas que no producen pella comercial, debido a que carecen de yema terminal. Estas plantas se conocen como plantas ciegas. Suelen tener además unas hojas más desarrolladas y de mayor grosor. Esta fisiopatía puede originarse por bajas temperaturas unidas a baja radiación solar.

Grano marrón:

Esta enfermedad fisiológica suele estar asociada con un rápido crecimiento causado por altas temperaturas después de períodos de abundante lluvia o riego. Los floretes o los capullos florales adquieren un color marrón que deprecian la calidad comercial.



La susceptibilidad de los cultivares es variable, pero es un factor muy importante para la existencia de este problema. Para manejar este trastorno es aconsejable mantener un suministro constante de agua y nutrientes.

Corazón negro:

Es una fisiopatía que aparece durante el crecimiento de las inflorescencias, normalmente al final del crecimiento. Se manifiesta porque normalmente, en el centro de la pella, aparecen zonas de tono marrón, secándose posteriormente los granos.

Se asocia a elevadas temperaturas y a períodos de un rápido crecimiento.



Amarilleamiento de la inflorescencia:

El amarilleamiento de los granos de la inflorescencia puede deberse a sobremadurez en la cosecha, deshidratación, temperaturas altas de almacenamiento y/o contacto con el etileno. En todos estos casos la causa fisiológica es la senescencia de las inflorescencias. La aparición de un color amarillo en las inflorescencias termina con la vida comercial del brócoli.

**“Ojo de gato”:**

El amarilleamiento por senescencia no debe confundirse con el color verde claro-amarillento que presentan algunas áreas de las inflorescencias con los botones florales apenas desarrollados en comparación con los de su contorno. Esta fisiopatía se conoce como “ojo de gato”, se ve influida por la existencia de altas temperaturas, además de tener en ocasiones carácter varietal.





Tallo hueco:

Es una fisiopatía originada por un crecimiento irregular y rápido del tallo que provoca un hueco en su médula. En ocasiones el tallo se presenta hueco en su interior, apareciendo podredumbre húmeda.



Esta fisiopatía se asocia a la existencia de altas temperaturas, crecimiento rápido de la planta, elevadas aplicaciones de nitrógeno, y densidades bajas. También se atribuye la existencia de tallo hueco a una deficiencia de boro, en muchos casos se produce en el hueco una necrosis de los tejidos.



Además su desarrollo tiene en ocasiones un carácter varietal, habiendo variedades más susceptibles a la existencia de tallo hueco.

Bracteado:

Según hemos podido comprobar en nuestros ensayos de variedades, la presencia de hojas bracteiformes en la pella, tiene normalmente carácter varietal, y a menudo es debido a: elevaciones bruscas de temperaturas sobre todo durante la fase juvenil de la inflorescencia y altos crecimientos motivados por exceso de nitrógeno.



Heladas:

A pesar de que el brócoli es una especie que resiste bien las bajas temperaturas, si se producen heladas y son duraderas, pueden acarrear graves alteraciones en el desarrollo de la planta y maduración de los granos. Se manifiestan por hojas decaídas, con los bordes quemados, a veces con tonalidades moradas.



Se manifiestan por hojas decaídas, con los bordes quemados, a veces con tonalidades moradas.



Daños de heladas en hojas



Daños de heladas en las pellas

8. RECOLECCIÓN Y POSTCOSECHA

La recolección debe hacerse según determinadas características cualitativas de las pellas, que se denominan índices de cosecha, se consideran en brócoli el diámetro de las pellas y su grado de compactación. Además del tamaño definitivo y de que los floretes estén firmes al tacto, los primordios de las flores deben estar completamente cerrados, sin ninguna flor amarilla.

A la hora de programar la recolección hemos de tener una serie de consideraciones:

- La cosecha se debe hacer de cabezas que sean compactas, que no tengan el grano abierto, sanas, sin daños de plagas o enfermedades, sin suciedad, con una longitud total de pella más tallo de unos 15-20 cm.
- El momento de realizar la recolección es muy importante. Se debe efectuar de manera ajustada ya que el período ideal de cosecha de las inflorescencias con condiciones óptimas de calidad es muy breve (2-3 días). Si se realiza anticipadamente, la pella pesa menos y la producción baja. Si se realiza demasiado tarde, los granos se abren, pierden color, mostrando pétalos de color amarillo, la pella pierde compacidad. La calidad comercial por lo tanto es mala y resulta difícil el manejo postcosecha. Además, el retraso en la recolección puede favorecer la aparición de enfermedades como *Alternaria* y *Botrytis*.
- El tamaño de la pella para recolección, va a estar influenciado por el destino de la producción, y lo que demande el mercado. Si el destino es el mercado para fresco, se demanda una pella de 400-500 g, con un diámetro de 14-16 cm. Si el destino es la industria el tamaño será mayor, con diámetros de 20-25 cm. Sobre el tamaño o calibre de la pella, es sabido que existe normalmente una interacción entre variedad utilizada, densidad de plantación, y ciclo de cultivo.
- El período de cosecha puede durar 2-4 semanas, dependiendo de la variedad, y se pueden llegar a realizar en ese intervalo 2-3 cortes. Las recolecciones serán más o menos solapadas en función de la temperatura ambiental, si esta aumenta habrá que acortar el tiempo que transcurre entre cada recolección.

Normalmente, la recolección se realiza de forma manual, dejando una longitud de tallo entre 4 y 6 cm sin hojas, si el destino es el mercado en fresco.

La recolección puede mecanizarse parcialmente con la ayuda de cintas autopropulsadas móviles donde son colocadas directamente las pellas. Desde aquí las pellas pasan a contenedores, cazoletas o cintas de selección donde pasan a un primer acondicionamiento, previo a su transporte.



Recolección de inflorescencias

Es muy importante de cara a la recolección, tanto si es manual y más si es mecánica, que la variedad cultivada agrupe al máximo la maduración, con esto conseguimos un menor número de cortes y por tanto reducción de costes. Si la recolección es mecanizada será muy importante cultivar variedades que solapen su maduración, o bien emplear diferentes fechas de trasplante con el fin de ir escalonando la producción.

Se recolectará temprano, evitando temperaturas cálidas y, una vez cosechado, ha de mantenerse en campo el menor tiempo posible antes de ser procesado, tanto para fresco como para industria. Al ser una especie muy perecedera, de rápida degradación, es muy importante una adecuada conservación frigorífica tras su recolección, siendo el pre-enfriamiento una práctica imprescindible si se quiere mantener la mejor calidad posible. En sitios con clima cálido o en cultivos de primavera en ocasiones se utiliza hielo picado para realizar este pre-enfriamiento en campo.

La cadena de frío, en este producto, no se debe interrumpir desde la pre-refrigeración hasta el consumo, de esta forma conserva su color verde y mantiene todo su contenido en vitaminas.

Si no se hace así, la pella pierde color y amarillea, los brotes se deterioran y los tejidos pierden turgencia.



Producto recolectado y transporte a fábrica

Como hemos señalado, el brócoli es muy perecedero, entre otras cuestiones porque son tejidos jóvenes, que son más activos. En las pellas íntegras la tasa de respiración de es muy elevada, semejante a la de espárragos o guisantes, sobre todo cuando el producto no está frío. Por otra parte es una hortaliza que presenta una elevada superficie comparada con su volumen, por lo que la transpiración también es alta y las pérdidas de agua pueden ocasionar rápidamente una pérdida de compacidad o turgencia que deprecia el producto.

Es también sensible al etileno en el ambiente, aunque prácticamente no lo produce, pero le provoca amarilleamiento de los floretes, senescencia en los tejidos y puede reducir a la mitad la vida útil. Es por tanto muy importante realizar el almacenamiento en las mejores condiciones.

Estos efectos se hacen más importantes en las pellas floreteadas, ya que la operación de cortado provoca estrés, aumenta la respiración y la transpiración, por lo que el procesado para producto de IV Gama, fresco, lavado y listo para cocinar, las condiciones de conservación son aún más delicadas.

Para la conservación del brócoli, el pre-enfriado es necesario, puede hacerse en campo con hielo, como se ha comentado, o bien con agua o con aire en la central, según los equipos disponibles. El posterior almacenamiento se hará a temperatura de 0-2 °C y una humedad relativa superior al 90%. Pueden surgir problemas de congelación si no hay un buen control de la temperatura, y se llegan a temperaturas de -0,6 °C a -1 °C. Las áreas dañadas resultan de color verde oscuro y con aspecto traslúcido, siendo muy sensibles a las pudriciones. Si la humedad relativa no está bien controlada pueden producirse condensaciones que favorecen el desarrollo de enfermedades y podredumbres postcosecha.

El envasado adecuado puede facilitar el manejo del producto. Para la comercialización en fresco se venden las pellas enteras, a veces envueltas en un film de plástico, y cuando se comercializan pellas laterales se pueden unir dos o tres en la misma envoltura. Las pellas de brócoli, conservadas en las mejores condiciones de almacenamiento, sin envolver en plástico, pueden tener una vida útil de 1-2 semanas, cuando se utiliza plástico para envolver, que reducen la pérdida de agua, la duración puede llegar a 4 semanas.

Para brócoli de IV Gama, el envasado en bolsas de plástico selladas es imprescindible, los floretes con su respiración aumentan el nivel de CO₂ y consume el O₂, y crea una atmósfera de equilibrio que permite prolongar la vida útil a 10-12 días, lo que se denomina atmósfera modificada. Otra opción de envasado es la atmósfera modificada activa, inyectando al envasar una mezcla de gases que ayuda a alcanzar antes la atmósfera de equilibrio. En este tipo de comercialización es necesario garantizar además la seguridad alimentaria del producto.

La cadena de frío en el brócoli no se debe interrumpir desde la pre-refrigeración hasta el consumo, de esta forma conserva su color verde y mantiene todo su contenido en vitaminas y compuestos funcionales. Si no se hace así, las hojitas y tallo pierden color, los brotes se deterioran y los tejidos se reblandecen. La máxima vida útil del brócoli está determinada por el amarilleamiento, debido a la pérdida de clorofila, que junto con la pérdida de turgencia reduce la aceptabilidad de los consumidores.

9. CRITERIOS DE CALIDAD

La oferta de material vegetal de brócoli es amplia pero menor que la disponible para otras brassicas como la coliflor. Las variedades existentes en el mercado son prácticamente todas híbridas y manifiestan un comportamiento más uniforme que las de otras brassicas, sobre todo en lo relativo a los ciclos de producción, por lo que, en la práctica, para conseguir una producción escalonada que proporcione un abastecimiento continuo de la industria y del mercado para fresco, es necesario conocer la duración de los ciclos de cultivo y establecer las fechas de plantación adecuadas en nuestras condiciones.

Aunque la disponibilidad de variedades por parte del agricultor es relativamente amplia, la elección por parte del mismo se centra en toda España en un escaso número que no suele sobre pasar las 4 ó 5, con predominio casi absoluto de la variedad Parthenon.

Los aspectos que se consideran para elegir variedad son principalmente la productividad, la duración del ciclo y la agrupación de la maduración, si bien hay otras cualidades que resultan de gran importancia y que se describen a continuación.

- Situación de la pella en la planta: puede ser profunda o elevada. La pella elevada facilita la recolección. Las variedades con plantas de porte abierto y pella elevada del suelo, favorecen la aireación y disminuyen la humedad, y por tanto, disminuyen el riesgo de ataque de hongos y bacterias.
- Porte: Las variedades con plantas de porte abierto, favorecen la aireación y disminuyen la humedad, y por tanto, disminuyen el riesgo de ataque de hongos y bacterias.



- Forma de la pella: la más idónea es la abovedada ya que el agua de lluvia no queda retenida en superficie.



- Grano: el mercado demanda principalmente los granos finos.
- Maduración de grano: es deseable que sea uniforme y buena y que todos los granos engrosen a la vez.

➤



- Color: hay amplitud de matices desde verdes con tonalidades violetas pasando por verdes claros, medios y oscuros, hasta verdes oscuros con tonalidad azulada a grisácea según la intensidad de la cerosidad.

- Uniformidad y tamaño de pella: depende de la variedad, de las técnicas de cultivo, y de la densidad de plantación. Si por diversas circunstancias, el ciclo normal de cultivo se alarga demasiado, la uniformidad de las pellas puede verse alterada. Es importante que la superficie de la pella sea lo más lisa posible sin que unos floretes sobresalgan de otros provocando abullonados que pueden retener agua entre ellos.



- Compacidad. se desean pellas compactas, pesadas, con buen aguante en campo y post cosecha. Depende de la variedad pero puede estar influenciada por la climatología y técnicas de cultivo.



- Ausencia de tronco hueco: Es una alteración que hay que evitar ya que deprecia mucho la pella. Tiene carácter varietal. Se favorece su presencia con abonos nitrogenados en exceso, deficiencia en boro, poca densidad de plantas y siembras muy tempranas y ciclos cortos.



- Ausencia de bracteado: defecto que suele correlacionarse con temperaturas elevadas al inicio de floración. También es un carácter varietal.



- Resistencia a enfermedades: fundamentalmente a mildiu y alternaria.
- Resistencia a heladas y altas temperaturas.

Muchos de los aspectos descritos anteriormente, y que determinan la producción y la calidad de un brócoli, están muy ligados al carácter varietal, es decir a las características propias de la variedad empleada. De aquí la importancia de una acertada elección varietal a la hora de establecer la plantación.

10. VARIEDADES

A lo largo de los últimos años, en el Centro de Investigación Agraria del CICYTEX, ubicado en las Vegas Bajas del Guadiana, se han realizado ensayos de variedades para comprobar su adaptación a nuestras particulares condiciones edafoclimáticas. El número de variedades ensayadas en los últimos 10 años sobrepasan las 60.

En este manual se van a describir las principales características de las variedades que han resultado más relevantes durante estos años de trabajo.

Las características de la totalidad de las variedades ensayadas pueden verse en los informes anuales de los ensayos que figuran en la página web del CICYTEX, en el enlace:

<http://cicytex.juntaex.es/es/resultados/3/productos-hortofruticolas-y-tecnologia-postcosecha>



Vistas generales de los ensayos de variedades

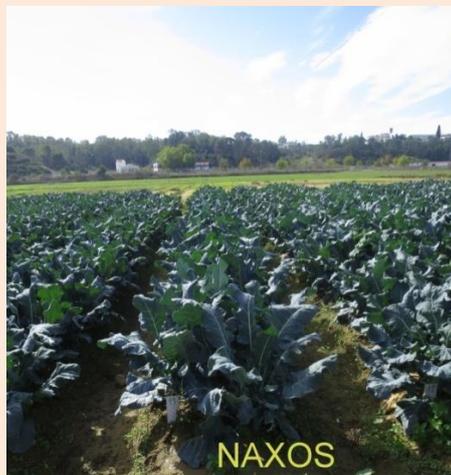
Parthenon:

- ❖ Ciclo medio de 80-90 días, con un periodo de recolección de 20-25 días.
- ❖ Excelente producción y muy regular.
- ❖ Floretes cortos y de pequeño tamaño. Grano muy fino.
- ❖ Planta de porte bajo pero vigorosa con tendencia a producir escasos rebrotes.
- ❖ Pellas de buen tamaño y uniformes. Peso medio 750 g, bastante abovedadas y compactas. Bráctea algo.
- ❖ Color verde oscuro. Abullonado medio.
- ❖ Buena conservación y excelente producción para mercado en fresco e industria.



Naxos:

- ❖ Variedad de ciclo medio, muy tolerante a altas temperaturas en primavera y principios de otoño.
- ❖ Muy indicada para plantaciones de primavera-verano.
- ❖ Producción elevada.
- ❖ Peso medio 700 g. Color verde oscuro.
- ❖ Planta muy vigorosa, pellas abovedadas, compactas de color verde intenso.
- ❖ Grano fino, de formación lenta y uniforme, que soporta bien la sobremaduración.
- ❖ Abullonado medio. Ausencia de brácteas.



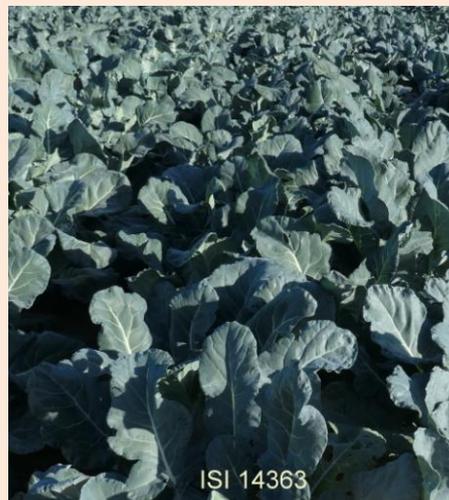
BRO 02047:

- ❖ Ciclo corto. Buena producción.
- ❖ Pella uniforme y de buen tamaño
- ❖ Buena compacidad. Abullonado escaso. Grano fino.
- ❖ Floretes cortos. Pella muy abovedada de color verde oscuro.



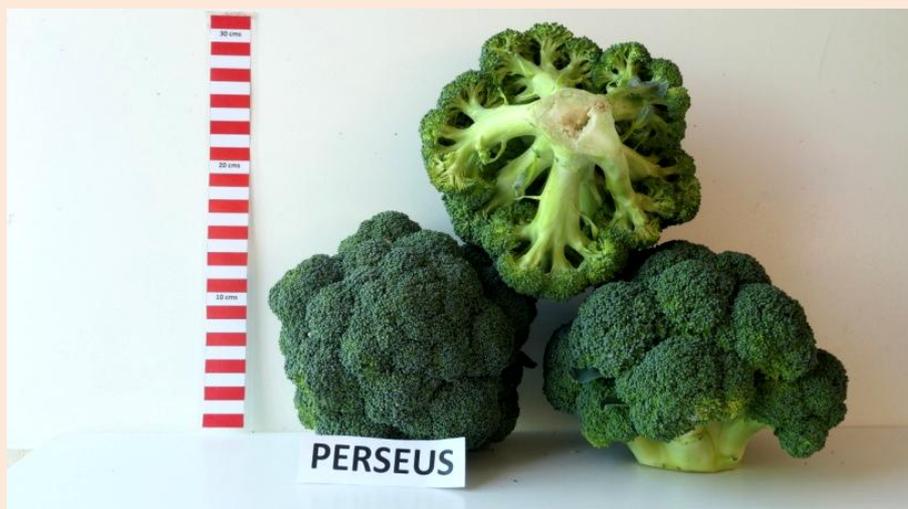
ISI 14363:

- ❖ Excelente producción de ciclo temprano.
- ❖ Planta de buen desarrollo, muy abierta con hoja estrecha y pequeña. Muy buena aireación de la pella.
- ❖ Pella de gran tamaño y con bastante peso. Compacta, abullonada y más bien plana.
- ❖ Grano fino.
- ❖ Produce bastante rebrote.



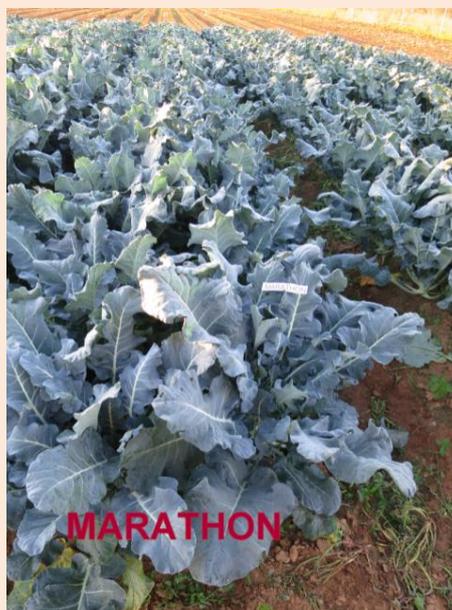
Perseus:

- ❖ Muy buena producción. Variedad de ciclo corto/medio.
- ❖ Planta de gran vigor, erecta, con hoja grande y ancha.
- ❖ Pella de mucho peso, muy compacta, grano fino, color verde oscuro, muy abovedada y uniforme. Floretes grandes.
- ❖ Alta producción de rebrotes.



Marathon:

- ❖ Variedad de ciclo medio.
- ❖ Planta vigorosa de porte medio con buena adaptación a diversas condiciones.
- ❖ Pellas abovedadas, bastante compactas, de color verde oscuro.
- ❖ Floretes de tamaño medio.
- ❖ Recolección única y rebrotes.



Pharos:

- ❖ Variedad de ciclo medio: 90 días.
- ❖ Planta vigorosa de porte bajo y escasos rebrotes.
- ❖ Pellas muy uniformes de gran tamaño, abovedadas, muy compactas y pesadas.
- ❖ Color verde oscuro, grano fino floretes cortos.
- ❖ Elevada producción y constante todos los años.
- ❖ Adecuada para consumo en fresco.



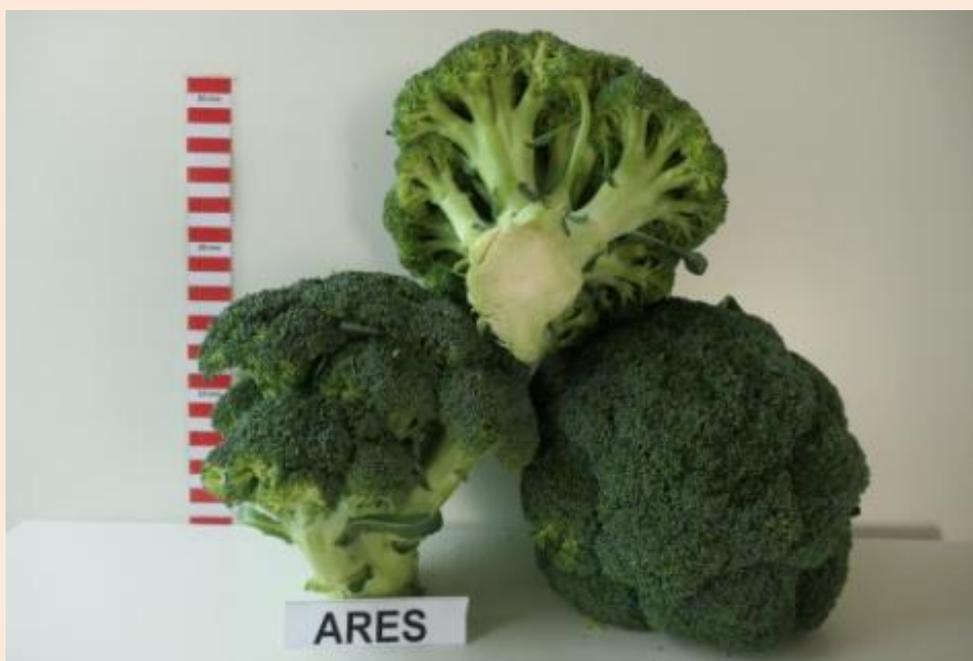
7 BRDS 133:

- ❖ Excelente producción.
- ❖ Ciclo medio.
- ❖ Pella uniforme, bastante abovedada y de buen tamaño: 900 y 866 g.
- ❖ Gran compacidad. Abullonado medio-alto. Grano muy fino.
- ❖ Sin brácteas, Floretes muy cortos. Bastante abovedada. 4,5.
- ❖ Color verde medio.



Ares:

- ❖ Excelente producción.
- ❖ Ciclo corto.
- ❖ Pella uniforme: 700-725 g. Muy compacta.
- ❖ Grano fino-medio.
- ❖ Color de la pella: verde oscuro.



Orantes:

- ❖ Buena producción. Ciclo temprano.
- ❖ Pella uniforme y de buen tamaño.
- ❖ Alta compacidad. Poco abullonado
Grano medio.
- ❖ Floretes cortos.
- ❖ Color de la pella verde medio.



Stirling:

- ❖ Producción elevada. Peso medio de la pella alto.
- ❖ Ciclo largo.
- ❖ Pellas abovedadas, muy compactas.
- ❖ Abullonado medio. Ausencia de brácteas.
- ❖ Color de la pella: verde oscuro.



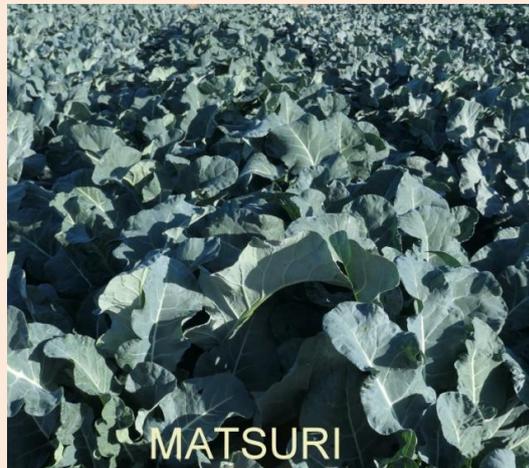
Tirreno:

- ❖ Ciclo largo. Buena producción.
- ❖ Pella uniforme y de tamaño medio.
- ❖ Alta compacidad. Grano muy fino. Floretes cortos.
- ❖ Bastante abullonado. Bráctea. Abovedada.
- ❖ Color verde intenso.



Matsuri:

- ❖ Ciclo largo. Buena producción.
- ❖ Pella de tamaño medio.
- ❖ Alta compacidad. Grano fino. Floretes cortos.
- ❖ No bráctea. Pella abovedada.
- ❖ Color verde oscuro.



11. CICLOS DE CULTIVO

Se considera como ciclo de cultivo los días transcurridos desde la fecha de trasplante hasta la fecha del inicio de la recolección.

Los ciclos más habituales de producción para cultivo de primavera, se encuentran entre 75 y 90 días; si los trasplantes son para cultivo de otoño/invierno, los ciclos pueden ser de 75-125 días. La duración de estos ciclos está en función de: la variedad utilizada, la fecha de trasplante y de las condiciones climatológicas (fundamentalmente la temperatura) reinantes durante el cultivo.



Diferencias de ciclo entre dos variedades para una misma fecha de plantación

El hecho de que el brócoli tenga unos ciclos tan cortos, nos da una amplitud escasa de 30 a 35 días de producción. Es decir, si queremos producir en diversas épocas del año, estamos obligados a realizar programaciones teniendo en cuenta distintas fechas de plantación y distintas variedades.

En determinadas variedades que son propensas a producir rebrotes, la duración del periodo de recolección puede alargarse si se considera conveniente su aprovechamiento.



Producción de rebotes tras la cosecha de la inflorescencia principal

Calendario y porcentaje de inflorescencias comerciales recolectadas por fechas de recolección, duración de los ciclos de cultivo, del periodo de recolección y número de recolecciones efectuadas. Correspondientes a los tres últimos años de los ensayos de variedades realizados en el CICYTEX en las Vegas Bajas del Guadiana.

A continuación se muestran los resultados correspondientes a los tres últimos años de ensayos de variedades realizados en el CICYTEX en las Vegas Bajas del Guadiana, los datos son de calendario y porcentaje de inflorescencias comerciales recolectadas por fechas de recolección, duración de los ciclos de cultivo, del periodo de recolección y número de recolecciones efectuadas.

Año 2017. Fecha de trasplante: 28/08/2017

% de inflorescencias comerciales recolectadas por fechas de recolección																				Ciclo días	n.º recolec	días de recolec
VARIEDAD	OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE					Ciclo días	n.º recolec	días de recolec				
	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20				25			
MONFLOR			18	27	39	10	6										53	5	25			
ARES					30	22	22	10	18								63	5	25			
NAXOS					31	29	35	5									64	3	20			
ORANTES						8	25	20	32	7							67	5	25			
CIGNO						12	53	26	9								70	4	20			
BRO 02047							30	40	12	12	6						72	5	25			
B - 1323							24	29	16	13	18						72	4	25			
BRO 01606							36	45	6	13							73	4	21			
PARTHENON							12	14	23	13	28	10					73	5	25			
COVINA								9	38	16	24	8	5				77	5	30			
CLX 3529									6	34	20	40					78	4	20			
BR 10338										28	22	42	8				80	3	20			
MONACO										37	26	28	9				80	3	20			
BATORY										20	14	53	13				80	4	25			
DELANO										20	16	42	12	10			80	5	39			
7 BRDS 133										21	13	34	12	20			80	5	33			
SEULISA										20	7	40	12	21			80	5	35			
TSX										7	37	50	6				82	4	20			
MONRELLO										7	30	46	9	8			82	5	30			
TIRRENO										9	4	56	14	12	5		83	5	30			
CLX 3530											21	49	20	7	3		84	4	25			
MATSURI											11	68	16	5			88	3	20			
PRINCIPE												37	16	16	18	12	90	5	25			
CLX 3531												21	25	17	20	17	90	4	25			

Ciclo días : Días transcurridos desde el trasplante hasta comienzo de recolección
 Días de recolección: Desde inicio a final de la misma

Año 2018. Fecha de trasplante: 28/08/2018

		% de inflorescencias comerciales recolectadas por fechas de recolección																						
VARIEDAD	OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE					ENERO		Ciclo días	n.º recolec	días de recolec				
	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31				5	10		
MONFLOR				25	60	10	5													55	3	15		
ARES								10	50	30	5	5								78	4	20		
BEJO 3019								18	27	40	15									78	3	18		
BRO 01606								5	45	40	10									78	3	20		
MARATHON										5	30	30	20	10	5					83	4	30		
PARTHENON										33	28	23	10	5						83	4	26		
ROBREDO										6	15	35	14	10	10	10				84	4	30		
ORANTES											49	41	7	3						84	3	22		
RS 2014/B01											32	28	10	10	10	10				84	4	30		
STIRLING (CLX 3529)											5	30	20	15	15	15				85	5	32		
MONACO											15	30	25	20	10					85	4	30		
BATORY											5	20	30	30	15					86	4	25		
DELANO											10	40	30	10	10					86	4	26		
BRO 02047											10	18	18	12	12	18	12			86	5	35		
TIRRENO											5	40	20	20	8	7				86	5	32		
TSX 007											17	25	25	20	13					87	4	28		
MATSURI											13	35	25	20	7					87	4	28		
COVINA												35	22	20	15	8				87	4	30		
SEULISA												10	10	15	25	40				90	4	30		
7 BRDS 133												10	10	15	15	20	30			91	5	30		
TRAJANO (CLX 3530)												5	10	20	30	30	5			92	4	30		
PRINCIPE														5	15	20	35	15	10	104	5	31		
CLX 3531															11	38	34	12	5	106	5	30		

Ciclo días : Días transcurridos desde el trasplante hasta comienzo de recolección
Días de recolección: Desde inicio a final de la misma

Año 2019. Fecha de trasplante: 29/08/2019

		CICLO DE CULTIVO																						
		% de inflorescencias comerciales recolectadas por fechas de recolección																						
VARIEDAD	OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE					Ciclo días	n.º recolec.	días de recolec						
	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20				25	31				
CLX 3571						12	81	7												65	2-3	15		
ISI 14363							62	38												69	2	10		
CLX 3570							41	48	11											69	2-3	15		
BRO 2047							30	53	17											71	2-3	14		
ARES							61	15	11	12										75	3	20		
STIRLING								19	18	30	24	10								75	3-4	25		
ORANTES								15	16	37	32									75	3	15		
BEJO 3019								67	13	20										75	2	12		
MYKONOS								40	29	19	12									76	4	23		
PERSEUS								63	16	8	6	7								76	4	25		
TITANIUM								12	15	30	35	8								76	3-4	22		
TSX 007								24	18	38	10	10								77	4	22		
SHARD								11	17	18	24	30								77	4	20		
BATORY								4	10	44	26	16								78	3-4	20		
MONRELLO									17	31	32	20								81	4	22		
MÓNACO									10	49	24	12								81	3-4	15		
PARTHENON									10	55	27	8								81	3-4	18		
TIRRENO									18	39	30	13								81	4	20		
LARSSON									8	21	21	33	17							81	4	22		
THUNDER DOME									6	6	35	39	14							83	4	22		
TRAJANO										4	49	39	8							83	3	18		
DELANO											28	29	29	14						83	3	18		
MATSURI												56	35	9						88	3	15		
PRINCIPE												17	60	23						90	3	15		

Ciclo días : Días transcurridos desde el trasplante hasta comienzo de recolección
Días de recolección: Desde inicio a final de la misma

Fecha de trasplante: 29 de agosto de 2019

La disparidad que se aprecia en la duración de los ciclos de unos años a otros en una misma variedad, está motivada fundamentalmente por las

temperaturas habidas durante el cultivo, temperaturas que pueden influir notablemente en los ciclos fisiológicos de las plantas (ver epígrafe 5.2).

Resumen:

- En brócoli existe poca diferencia entre los ciclos de las variedades existentes. Un programa de producción se puede realizar utilizando pocas variedades y escalonando los trasplantes en periodos quincenales o mensuales, dependiendo del periodo de recolección que pretendamos.
- El establecer que variedades son las más idóneas, y que fechas de trasplante son las más adecuadas en nuestra zona, es de suma importancia, pues cultivares de ciclo más largo y que están bien adaptados a temperaturas bajas pueden tener problemas con altas temperaturas si los plantamos excesivamente temprano, por el contrario, variedades más precoces suelen resistir menos las altas temperaturas de nuestro verano-otoño. El conjugar por tanto variedad y fecha es de primordial importancia.

12. ENSAYOS DE VARIEDADES



Vista general de la parcela de ensayo

En los últimos años los objetivos en la labor de investigación llevada a cabo por las casas de semillas, se centran en conseguir variedades que proporcionen:

- mayores rendimientos.
- campañas más largas.
- condiciones óptimas para la mecanización.

- mejores cualidades de la pella (grano fino, compacidad, etc)
- un mayor agrupamiento de la maduración.
- mayor uniformidad y homogeneidad por lo que respecta al tamaño y desarrollo de las pellas.
- adaptación a diversidad de condiciones climáticas.
- mayor resistencia a enfermedades.
- mejora de las condiciones organolépticas, mejorando y potenciando unos componentes y enmascarando en lo posible otros.

Por el interés creciente de los agricultores de nuestra región en el cultivo del brócoli, desde hace años, en las instalaciones del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, “Finca La Orden-Valdesequera” (CICYTEX-La Orden) se vienen ensayando numerosas variedades de brócoli para conocer sus características agronómicas y productivas.

Son varios los factores que han marcado la necesidad de realizar estos ensayos de campo. Por un lado el rendimiento y la calidad del producto obtenido está fuertemente influido por el cultivar elegido, y los agricultores encuentran una oferta de material vegetal cuyo comportamiento no se ha probado en nuestras condiciones edafoclimáticas.

Además la mayor parte de los agricultores emplean de manera casi exclusiva la variedad Parthenon, por sus buenas características productivas y de calidad, pero se considera que sería conveniente compararlo con otras variedades y disponer de alternativas que se hayan estudiado *in situ* y resulten interesantes, con el fin de diversificar el cultivo y alargar la campaña de producción.

Así pues, el objetivo fundamental de los ensayos realizados es conocer la aclimatación, ciclos de cultivo, producciones y características de las diferentes variedades de brócoli en las condiciones agroclimáticas de Extremadura, para obtener datos objetivos que permitan hacer recomendaciones a los agricultores sobre las variedades más adecuadas y establecer un calendario de plantación y recolección, que permita disponer de producto de calidad durante un amplio periodo de tiempo.



Siembra de variedades bandejas de alveolos



Producción de plantas en vivero



Trasplante de los ensayos



Trasplante de los ensayos



Vista general de la parcela de ensayo

Para alcanzar los objetivos agronómicos de estos ensayos, se controlaron diversos parámetros:

- Parámetros climatológicos: Humedad relativa del aire, temperaturas, viento, precipitación, etc.
- Parámetros edafológicos: Análisis físico y químico del suelo. Antes del cultivo, en cada ensayo con una barrena se tomarán muestras de suelo cada 20 cm, hasta la profundidad esperada de raíces.
- Parámetros hídricos: Volumen de agua aplicada en cada riego.
- Parámetros vegetativos: La mayor parte de estos datos se recogerán durante la recolección, estudiándose las siguientes características de la planta y de la inflorescencia:
 - Desarrollo vegetativo: Cantidad de vegetación, valoración de 1 (muy bajo) a 5 (muy alto).
 - Porte: Erecto o cerrado. Abierto.
 - Tamaño de hoja: Grande, Media, Pequeña.
 - Color hoja: Verde azulado oscuro y claro, verde o verde claro (VAO, VA, V, VCL). Se valorará de 1 a 5 la intensidad.
 - Sensibilidad a enfermedades: Mildiu, Alternaria, Bacteriosis. Se valorará de 1 a 5.
 - Cubrición y aireación de la pella: Muy bien (5), Muy mal (1).
- Parámetros productivos: La recolección se ha llevado a cabo de forma escalonada en el ensayo, cuando las pellas alcanzaron el tamaño adecuado, característico de cada variedad. Se ha realizado un calendario

de recolección anotando las fechas de recolección, mes y día, y el número de inflorescencias recogidas cada día, para cada una de las variedades estudiadas, así como:

- ❖ Nº de inflorescencias comerciales.
- ❖ Peso de inflorescencias comerciales
- ❖ Nº de inflorescencias destrío.
- ❖ Peso medio de la pella
- ❖ Inflorescencias recolectadas cada día.
- ❖ Plantas arraigadas sobre plantadas

La cantidad de datos obtenidos durante estos años de experimentación, es muy elevada, por lo que sería muy prolijo incluirlos en este manual, por lo que remitimos a la página web del CICYTEX, donde todos ellos están a disposición de quien quiera consultarlos.

<http://cicytex.juntaex.es/es/resultados/3/productos-hortofruticolas-y-tecnologia-postcosecha>

AGRADECIMIENTOS

Sería imposible hacer una enumeración de todas y cada una de las fuentes consultadas a lo largo de varios lustros de actividad. A todas ellas, muchas gracias por hacernos partícipes de sus conocimientos y facilitarnos la elaboración este manual.

Agradecemos a la Dra. María del Henar Prieto Losada sus consejos, respaldo y el apoyo recibido para dar continuidad a estos ensayos, así como en la revisión de este manual.

Al Dr. Juan Ignacio Macua González, por su asesoramiento en las cuestiones técnicas sobre el cultivo del brócoli y en la sistemática de los ensayos.

Así mismo queremos agradecer al capataz de campo Andrés Plata Vivas, por su dedicación constante y paciencia; así como al personal de campo del CICYTEX por su trabajo en los ensayos y de manera especial a José Ernesto Paniagua González, cuyo trabajo, colaboración y ayuda durante muchos de estos años ha sido fundamental para el mantenimiento y buen desarrollo de los ensayos.

A todos ellos muchas gracias.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrológica. Autodiagnóstico de plagas. <https://www.agrologica.es/> [Consultado en febrero de 2021]
- Baixauli Soria, C. y Maroto Borrego, J. V. (2017). Bróculis, coliflores y coles. En: Cultivos hortícolas al aire libre. Coord. Maroto Borrego, J. V. y Baixauli Soria, C. Ed. Cajamar.
- Cantwell, M., Suslow, T. (2002). Brócoli: Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Data_stores/Vegetables_Spanish/index.cfm?uid=5&ds=803 [Consultado en febrero de 2021]
- FAOSTAT (2020). <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> [Consultado en febrero de 2021]
- FEPEX (2021). <https://www.fepex.es/datos-del-sector/exportacion-importacion-española-frutas-hortalizas> [Consultado en febrero de 2021]
- González García, J. A., Ayuso Yuste, M. C. (2020). Resultados de los ensayos en Extremadura de cultivares de brócoli. Vida Rural, Nº 480, págs. 56-61.
- González García, J. A., Ayuso Yuste, M. C. (2018). Resultados de los ensayos de cultivares de brócoli en la campaña 2017. Vida Rural, Nº 454, págs. 32-36.
- González García, J. A., Daza Delgado, C., Ayuso Yuste, M. C. (2016). Resultados de los ensayos de variedades de brócoli en Extremadura. Vida Rural, Nº 414, págs. 38-42.
- González García, J. A., Daza Delgado, C., Ayuso Yuste, M. C. (2013). Ciclos de cultivo y producción de coliflor, brócoli y romanesco en Extremadura. Vida Rural, Nº 369, págs. 20-26
- González García, J. A., Daza Delgado, C., Ayuso Yuste, M. C. (2013). Resultados productivos y cualitativos de cultivares de brócoli, coliflor y romanesco. Vida Rural, Nº 361, págs. 46-51
- González Martínez, M.C. 1990. Métodos analíticos para análisis de suelos. Colección Información Técnica Agraria. Junta de Extremadura.
- Junta de Extremadura (2019). Modificaciones de la norma técnica específica de producción integrada de brócoli en la comunidad autónoma de extremadura. Mayo 2019. http://www.juntaex.es/files/cms/con03/uploaded_files/SectoresTematicos/Agricultura/ProduccionIntegrada/Actualizacion_NTE/NTE_Brocoli_Mayo2019.pdf

- Macua González, J. I., Lahoz García, I. (2015). Fertilización nitrogenada en los cultivos de coliflor y brócoli en los regadíos navarros. Navarra agraria, Nº 210, págs. 16-20.
- Macua González, J. I., Lahoz García, I. Santos, A., Garnica, J., Calvillo Ruiz S. (2011). Navarra Agraria. Nº 186, págs. 17-21.
- Maroto Borrego, J. V., Pomares García, F. y Baixauli Soria, C. (2017). El cultivo de la coliflor y el brócoli. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. (2020). Anuario de Estadística 2019. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/2019/default.aspx> [Consultado en febrero de 2021]
- Ramos Mompó, C. y Pomares García, F. (2010). Abonado de los cultivos hortícolas. En: Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/02_FERTILIZACION\(BAJA\)_tcm30-57891.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/02_FERTILIZACION(BAJA)_tcm30-57891.pdf) [Consultado en febrero de 2021]
- Región de Murcia. Gastronomía: Producto- Verduras. https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2102&r=ReP-19552-DETALLE_REPORTAJESPADRE



CENTRO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DE EXTREMADURA

JUNTA DE EXTREMADURA

Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital



Este manual ha sido elaborado por el Área de Agronomía de cultivos de regadío de CICYTEX, como resultado del proyecto CCESAGROS y la ayuda de grupo GR18196, financiado por la Junta de Extremadura y cofinanciado con fondos FEDER.

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa



UNIÓN EUROPEA