



ALIMENTOS DE LA REGIÓN DE MURCIA: BRÓCOLI

Cátedra UCAM-Santander

EMPREDIMIENTO EN EL
ÁMBITO AGROALIMENTARIO



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



BRÓCOLI



Brassica oleracea L. var. *italica*

AUTORES:

José Ramón Acosta Motos

Begoña Cerdá Martínez Pujalte

Antonio Cerdá Cerdá

Borja Ferrández Gómez

Estrella Núñez Delicado

AGRADECIMIENTOS:

Cristina García Viguera. Profesora de Investigación del **CEBAS-CSIC** por sus valiosas correcciones y aportaciones.

Diego Moreno Fernández. Investigador Científico del **CEBAS-CSIC** por sus valiosas correcciones y aportaciones.

María Dolores Molina Cano, perteneciente al Servicio Técnico Agrario y Medioambiental de **Proexport** por su colaboración a la hora de aportar datos actualizados sobre la importancia del cultivo de crucíferas en la Región de Murcia, en España y a nivel mundial.

Muchas gracias por su colaboración a la Asociación de Productores-Exportadores de Frutas, Uva de Mesa y Otros Productos Agrarios (Apoexpa), Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y Alimentación (CTC), Federación de Cooperativas Agrarias de Murcia (Fecoam) y Asociación de Productores-Exportadores de Frutas y Hortalizas de la Región de Murcia (Proexport).

Muchas gracias por su colaboración a los Grados de Nutrición, Tecnología de los Alimentos y Gastronomía de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) y al Instituto Tecnológico Murciano - UCAM_ITM.



ALIMENTOS DE LA REGIÓN DE MURCIA: BRÓCOLI

Cátedra UCAM-Santander
de emprendimiento en el ámbito agroalimentario

Primera edición: Noviembre 2018

© UCAM - Universidad Católica San Antonio
Servicio de Publicaciones. Vicerrectorado de Extensión Universitaria.
Campus de los Jerónimos Nº 135
30107 Guadalupe - Murcia (España)

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización expresa de los titulares del Copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la re-prografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

ISBN: 978-84-18579-58-5
Depósito Legal: MU 946-2022

CONTENIDOS

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 2. ASPECTOS AGRONÓMICOS | 12 |
| 3. ALIMENTACIÓN Y SALUD | 22 |
| 4. GASTRONOMÍA | 28 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA | 33 |

01

INTRODUCCIÓN

El **brócoli** o **brécol** (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) es una verdura perteneciente a la familia de las crucíferas (brasicáceas) que incluye un gran número de especies, siendo algunas de las más conocidas: *Brassica oleracea* (coles, coles de Bruselas, brócoli), *B. rapa* (nabo), *B. napus* (rábanos), *Sinapis spp* (mostazas), etc.



Diferentes fotos de especies de la familia de las brasicáceas. Coles de Bruselas, nabos, rábanos y mostaza.

El **origen del cultivo del brócoli** se sitúa en los países con clima templado del Mediterráneo Oriental y Oriente Próximo (Asia Menor, Líbano, Siria, etc.) hace aproximadamente 2500 años (Martínez-Ballesta et al. 2008). Los romanos ya cultivaban esta planta, pero la expansión de este cultivo se inicia a partir del siglo XVI. Sin embargo, no fue hasta mediados del siglo XX cuando su producción se desarrolló en Europa y Estados Unidos.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

| Reino | Plantae |
|------------|--|
| División | Fanerógama Magnoliophyta |
| Clase | Dicotiledónea Magnoliopsida |
| Orden | Brassicales |
| Familia | Brassicaceae (crucíferas) |
| Género | <i>Brassica</i> L. 1753 |
| Especie | <i>Brassica oleracea</i> |
| Subespecie | <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> Plenck 1794 |

En los últimos años, estas plantas se consumen más por sus características organolépticas y posibles beneficios para la salud ya que son una buena fuente de compuestos bioactivos (López-Chillon et al., 2017). Entre estos compuestos destacan los glucosinolatos (GLS), metabolitos secundarios de las plantas que contienen azufre y nitrógeno en su estructura química y se encuentran casi exclusivamente en esta familia botánica. Además, existen otras sustancias bioactivas como los compuestos fenólicos: flavonoides, antocianos y ácidos fenólicos. Otros componentes con actividad biológica, son los carotenos, vitaminas y ciertos elementos minerales.

La estructura botánica destinada al consumo corresponde a una inflorescencia inmadura. Se consumen los floretes y parte de los tallos asociados a ellos. El brócoli se distingue de otras plantas de su misma familia como la coliflor y las coles por presentar pedúnculos florales prietos que forman una cabeza irregular y abierta, con un color verde intenso.



Inflorescencia del brócoli



Brotos de brócoli

Las distintas **variedades cultivadas** se pueden clasificar en:

1.1. De ciclo corto, precoz o temprano, si se recolectan en menos de 90 días tras su siembra (recolección estival y otoñal). En este grupo se incluyen distintos tipos que se cultivan en la Región de Murcia como Chronos, Green magic o Poseidon.

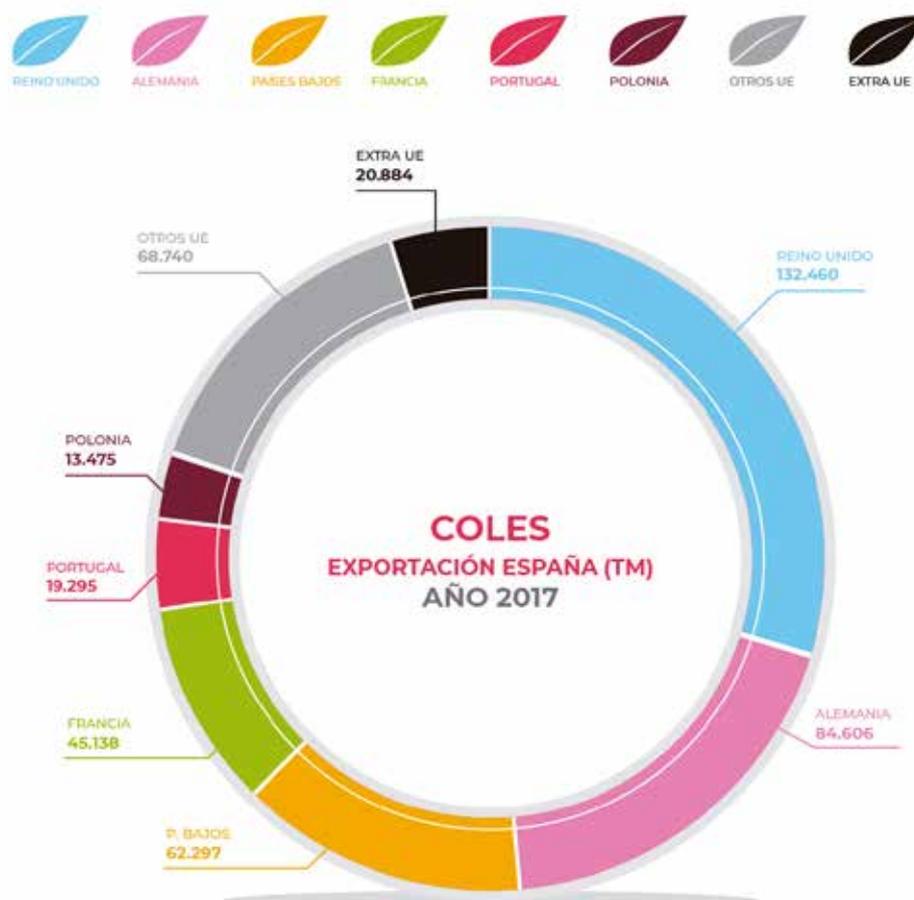
1.2. Intermedias, si se recolectan entre 90 y 110 días tras su siembra. Son las más conocidas y ampliamente distribuidas en Europa y Asia, así como en la Región de Murcia. En este grupo se incluyen distintos tipos como Marathon, Naxos o Parthenon.

1.3. De ciclo largo o tardío, si se recolectan 110 días tras su siembra (recolección invernal y primaveral). En este grupo se incluyen distintos tipos como Spiridon, San José (azulado), Verde tardío o San Isidro

En **España** también se le conoce con el nombre de **brécol** y su producción se localiza en la zona levantina y sureste del país. La exportación total de coles en 2017 (446.895 tm) registró un descenso del 4,1% en volumen con relación a 2016 (466.259 tm). Por el contrario, el valor aumentó en un 4,8%, (479,55 millones de euros) con respecto a 2016 (457,53 millones de euros). Del peso total exportado en 2017, el 80,3% (359.122 tm) corresponde a brócoli y coliflor, mientras que el resto (87.773tm) son repollos, col roja, picuda, etc. En lo referente a la partida de brócoli y coliflor, se registró un descenso del 2,7% con respecto a 2016 (369.428tm). Por el contrario, el valor de la partida de brócoli y coliflor aumentó en un 4,7% (391,5 millones de euros) con relación a 2016 (373,7 millones de euros).

El precio medio del grupo de las coles aumentó durante el año 2017 en un 9,1% con respecto al año anterior (0,98€/kg). Así el precio medio del kilo de coles alcanzó los 1,07€/kg, según datos de Aduanas.

El principal destino de las exportaciones españolas de brócoli, coliflor, repollo, col china, etc, es la Unión Europea (95,3%), destacando Reino Unido como el principal país receptor, con 132.460tm (31,09%) y con un importe que supera los 158,4 millones de euros. En segundo lugar, se encuentra Alemania, con 84.606tm (19,8%) y 84,4 millones de euros, mientras que el tercer país de destino son los Países Bajos, con 62.297tm (14,6%), que tuvo un valor en frontera de 63,6 millones de euros.



Exportación de España a países de destino (Año 2017). Proexport

La **Región de Murcia** exporta el 70,5% del total nacional en coles. El grupo de coles (brócoli, coliflor y otras) aportó 346,8 millones de euros en 2017, un 3,5% más que el año anterior (335,1 millones de euros). El volumen exportado descendió a 315.105 toneladas, un 4,3% menos que en 2016 (329.470tm). Del peso total exportado por la **Región de Murcia**, el 81,6% (252.270tm) corresponde a brócoli y coliflor. El volumen de las exportaciones murcianas de brócoli y coliflor descendió un 3,4% con respecto a 2016 (266.364tm). En valor aumentó un 3,3% (288 millones de euros) con relación a 2016 (278,6 millones de euros). **Murcia** es la principal provincia española en exportación de coles (70,5% del total nacional), seguida de Alicante (27.940tm) y Valencia (22.615tm). Reino Unido, con 112.046tm y 137,4 millones de euros, es el principal destino de las coles murcianas, seguido por Alemania, con 57.232tm y 55,7 millones de euros, y por Países Bajos, con 45.898tm y un valor de 49,8 millones de euros.

EXPORTACIÓN COLES (TM)



Comparativa entre España y Murcia (Año 2017). Proexport.

La exportación de brócoli y coliflor de las empresas asociadas a **PROEXPORT** durante el año 2017 sumó la cantidad de 128.791tm, lo que significa un aumento del 4,4% con respecto al año 2016 (123.276tm). Estos datos confirman la tendencia al alza de las exportaciones de brócoli y coliflor. **PROEXPORT** representa el 35,8% del volumen nacional exportado del grupo de brócoli y coliflor (Código 070410-TARIC, brócoli y coliflor) y el 50% del total de la **Región de Murcia**.

Las áreas de mayor densidad de cultivo en la **Región de Murcia** son: **Valle del Guadalentín** (Lorca, La Hoya y Totana). **Campo de Cartagena** (Balsapintada, Pozo Estrecho, El Albujión y Rincón de San Ginés). **Lobosillo, El Mojón de Beniel.** y **Archivel de Caravaca de la Cruz**.



Áreas de mayor densidad del cultivo del brócoli en la Región de Murcia

En algunas de las localidades citadas (**La Hoya de Lorca**) el cultivo del brócoli ha llegado a ser tan popular que su equipo de fútbol juega con una camiseta adornada con esta hortaliza. También, el ciclismo está de enhorabuena tras la llegada de **Sakata Seed Ibérica**, pues gracias al apoyo de la multinacional, el club ciclista Juan Zurano de Lorca pondrá en la carretera un equipo de **élite sub23** conocido como el **brócoli mecánico** para disputar el calendario español de la categoría de plata del ciclismo nacional.



Imagen de las camisetas del equipo de fútbol de La Hoya (Lorca) y del equipo de ciclismo de Lorca, el brócoli mecánico

02 ASPECTOS AGRONÓMICOS

2.1. El brócoli en el campo

Desde que el agricultor selecciona la semilla hasta que el brócoli se presenta en el plato, recibe el máximo cuidado para que conserve todas sus propiedades saludables y su característico sabor. Las fases de cultivo y preparación del brócoli antes de que llegue al punto de venta son las siguientes:



Plantación de brócoli

2.1.1. Siembra

El brócoli se desarrolla al aire libre, pero previamente sus semillas se plantan en semilleros donde germinan hasta convertirse en una pequeña planta. Estas plántulas, cuando tengan tres o cuatro hojas y un buen desarrollo radicular (alcanzando entre 12 y 15 cm) ya estarían preparadas para ser trasplantadas al campo. Con el fin de evitar competencias interespecíficas, no se recomienda plantarlas en campos donde ya se hallan plantado otras crucíferas. También se aconseja controlar la maleza, ya que es un fuerte competidor durante el primer mes de desarrollo de la planta. Otro aspecto importante es la fertilización que debe de realizarse según las condiciones del suelo y la variedad que vaya a sembrarse, siendo especialmente importante aportar apropiados niveles de boro (B) y potasio (K).

2.1. EL BRÓCOLI EN EL CAMPO

2.2. EMPAQUETADO Y EXPEDICIÓN AL PUNTO DE VENTA

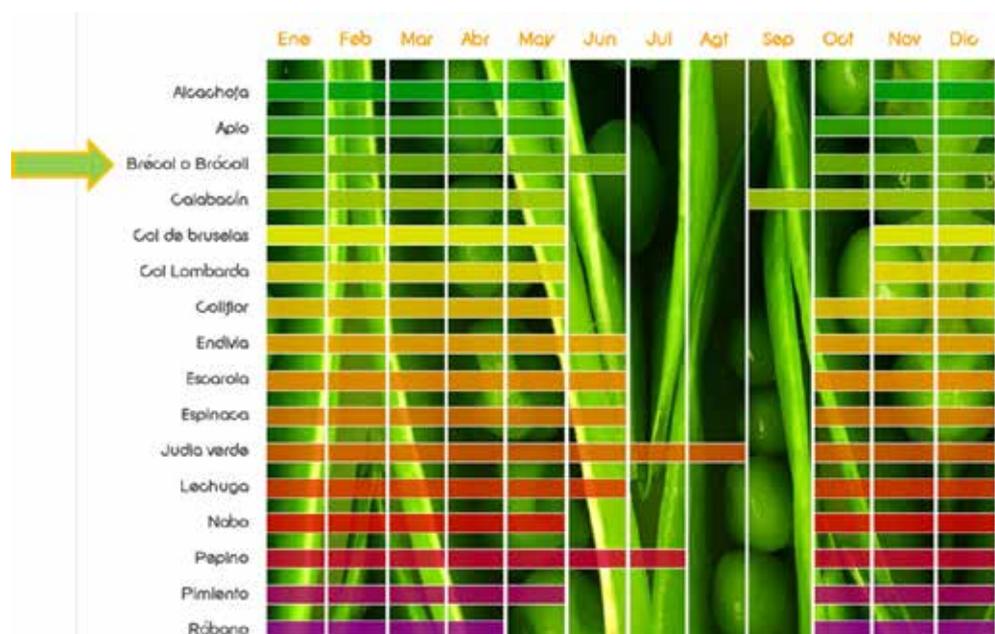
2.3. EL BRÓCOLI EN EL SUPERMERCADO



Plántulas de brócoli obtenidas del semillero

2.1.2. Crecimiento y recolección

Una vez plantada, el tiempo medio de crecimiento de una planta de brócoli es aproximadamente de 90 días por lo que las plantaciones se realizan de forma escalonada a lo largo de los meses para disponer de brócoli durante todo el año. El calendario hortícola asociado al brócoli se muestra en la siguiente figura:



2.1. EL BRÓCOLI EN EL CAMPO

2.2. EMPAQUETADO Y EXPEDICIÓN AL PUNTO DE VENTA

2.3. EL BRÓCOLI EN EL SUPERMERCADO

Para un adecuado desarrollo de la planta se necesitan climas templados y húmedos, así como tipos de suelo que no sean salinos, con tendencia a la acidez. Se recomienda una temperatura óptima de crecimiento de unos 15-16 °C, con temperaturas mínimas de 5 °C. Temperaturas cercanas a 20 °C pueden causar una pérdida de uniformidad en las inflorescencias. Las temperaturas cercanas a 0 °C detienen el crecimiento de la planta por lo que no son recomendables. También es importante tener en cuenta las condiciones de humedad relativa (HR). Para un correcto desarrollo vegetativo son óptimas HR entre 80 % y 70 % (mínima).

La recolección del brócoli para su envío a las centrales de manipulado debe de realizarse cuando la inflorescencia alcanza el tamaño deseado. La recolección se aconseja realizarla en las horas más frescas de la mañana. Además, también existen plataformas de recolección para empaquetar el brócoli directamente en campo y lograr una mayor frescura del producto en los puntos de venta.



Recolección en cajas en el campo

Los criterios de calidad que tiene que presentar el brócoli para su recolección se agrupan en un conjunto de características:

1) Planta:

- Ciclo: días transcurridos desde la siembra hasta su recolección.

2.1. EL BRÓCOLI EN EL CAMPO

2.2. EMPAQUETADO Y EXPEDICIÓN AL PUNTO DE VENTA

2.3. EL BRÓCOLI EN EL SUPERMERCADO

- Altura de la planta
- Vigor o fuerza en el desarrollo
- Porte de las hojas: erectas (no caídas); las hojas erectas facilitan el desarrollo de la pella y su recolección.

2) Pella o cabeza del brócoli:

- Situación de la pella.
- Forma: Esférica o ligeramente aplanada es la idónea ya que el agua de la lluvia no queda retenida en superficie.
- Tamaño y uniformidad.
- Grano y maduración del mismo.
- Color.
- Compacidad. Se desean pellas compactas y pesadas con buen aguante en el campo y en post-cosecha.
- Tronco hueco. Es un defecto que podría ocurrir por malas prácticas agrícolas (exceso de abonos nitrogenados).
- Resistentes a enfermedades, heladas y altas temperaturas.



Pella de calidad (izq.) y pella deteriorada con amarilleo (dcha.).

Los criterios de calidad pensando en los consumidores son:

Escoger:

- Cabezas compactas, firmes con floretes cerrados.
- Cabezas de color verde oscuro.
- Pedicelos no muy gruesos y fibrosos.

Evitar:

- Cabezas con racimos hinchados, no compactos, blandos y floretes abiertos.
- Cabezas de color verde amarillento o marchito.
- Cabezas con manchas necróticas o mohosas.

Se puede clasificar el brócoli según su calibre (diámetro ecuatorial en la sección mayor de la inflorescencia), en:

- 1) Pequeño**, con un peso menor de 300 g y un diámetro menor de 13 cm.
- 2) Mediano**, con un peso entre 300-500g y un diámetro entre 13-16 cm.
- 3) Grande** con un peso mayor de 500 g y un diámetro mayor de 16 cm.

2.2. Empaquetado y expedición al punto de venta

La preparación del brócoli en las centrales de procesado, tanto para su consumo en fresco como para congelado, requiere una limpieza de las hojas y corte adecuado del tallo, control de peso, envasado y preparación para su expedición a los puntos de venta.

2.1. EL BRÓCOLI EN EL CAMPO

2.2. EMPAQUETADO Y EXPEDICIÓN AL PUNTO DE VENTA

2.3. EL BRÓCOLI EN EL SUPERMERCADO



Cadena de clasificación y conservación (hielo).

El brócoli tiene una de las más altas tasas de respiración entre todas las hortalizas y por eso hay que manipularlo bajo refrigeración máxima en todo momento. Además, las pérdidas de humedad son muy altas por lo que conviene evitar su deshidratación. Antes de preparar la carga, es recomendable utilizar el hidrogenfriamiento para reducir la temperatura de las pellas recién cosechadas en el campo. En el caso de utilizar cajas de cartón enceradas (a prueba de agua), el método recomendado de carga consiste en colocar ésta en pisos, tanto a lo largo como a lo ancho. Las hileras deben de estar bien alineadas, con canales entre ellas para que puedan llenarse con hielo. En menos de 24 horas, las piezas de brócoli fresco que se cortaron en campo salen hacia los distintos puntos de venta. La temperatura deseable durante el transporte es de 0 °C.

2.3. El brócoli en el supermercado

El brócoli se recolecta, manipula y prepara para conservar al máximo sus propiedades. El mismo día de su recolección se envía a supermercados, fruterías o empresas de congelado, garantizando así su máxima frescura. Es un producto muy perecedero que puede ser almacenado solo por un breve periodo de tiempo. Para su correcta conservación **post-cosecha se recomienda:**

Mantener el brócoli en una atmósfera controlada, con una temperatura óptima entre 0°-4°C y una humedad relativa entre 90-95%. Las concentraciones óptimas de gases para su conservación deberían alcanzar niveles de oxígeno molecular (O₂) entre el 1 y el 0,5% y niveles

2.1. EL BRÓCOLI EN EL CAMPO

2.2. EMPAQUETADO Y EXPEDICIÓN AL PUNTO DE VENTA

2.3. EL BRÓCOLI EN EL SUPERMERCADO

de dióxido de carbono (CO₂) del 5 al 10%. Esta concentración de CO₂ retarda el amarilleamiento y el aumento de fibrosidad, además del desarrollo de hongos. Deben de evitarse concentraciones superiores en CO₂ debido a los malos sabores que se producen. Para mantener su frescura, evitar contaminaciones y mantener su humedad óptima, es mejor envolverlo en plástico y no exponer el producto a luz intensa.



Brócoli envasado (atmósfera modificada)

Además, para reducir la respiración de la verdura y retrasar su envejecimiento, así como evitar la aparición de zonas amarillentas, se aconseja mantenerla en un ambiente con una continua circulación del aire, colocando las pellas con un espacio suficiente entre ellas. Con todas estas precauciones el brócoli presentará una pella compacta con un color verde, brillante e intenso. Estas propiedades reflejan un símbolo de calidad y de frescura del producto que además viene acompañado de un sabor muy apetecible.

A pesar de todas las recomendaciones anteriores, aun hay otras causas que originan algún deterioro que debería de evitarse. Estas causas están asociadas a

- 1) Daños físicos** como el **congelamiento o daño por heladas**. Las pellas son más sensibles al congelamiento en el centro y se vuelven pardas al descongelarse. El tejido muerto es un lugar propenso a las podredumbres, lo que origina olor fuerte y desagradable. La inflorescencia se congela por debajo de -1.1 °C. Una helada grave puede causar un daño sustancial. Si se sospecha una helada, las cabezas deberían ser examinadas cuidadosamente después de un día o dos y si están dañadas, no deberían comercializarse.



Pardeamiento por helada

2) Desórdenes fisiológicos por factores abióticos:

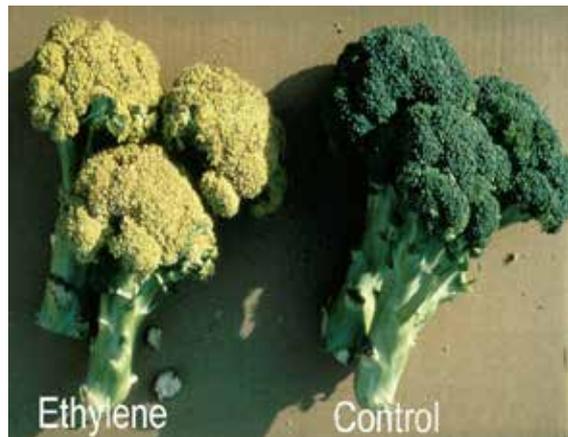
Deficiencia en Boro: Las hojas están deformadas y descoloridas, los pecíolos están cuarteados y tienen crecimientos corchosos, y las inflorescencias inmaduras son pardas. Una fertilización correcta es la única solución.

Tallo Hueco (*hollowstalk*): El nombre en inglés proviene de la cavidad que ocupa el centro del tronco justo debajo de la masa de floretes. Este desorden puede ser inducido por algún factor que redunde en un crecimiento demasiado rápido de las plantas.



Tallo hueco en brócoli

Amarilleo (*yellowing*): El amarilleo de las inflorescencias es el desorden más común del brócoli y es signo de su senescencia. El almacenaje por períodos prolongados o a temperaturas que son demasiado altas, conducen a este problema. La exposición a etileno también acelera el amarilleo particularmente a temperaturas superiores a 5 °C. El brócoli verde-amarillento tiende a ser pobre en sabor y fibroso. Debería ser retirado de la venta porque su apariencia y propiedades comestibles no son óptimas.



Efecto del etileno (amarilleamiento)

Presencia de hojas en las pellas: Altas temperaturas y un exceso de nitrógeno contribuye a la presencia de hojas dentro de la cabeza de la pella lo que contribuye a una pobre apariencia que impide su comercialización.

3) Desórdenes fisiológicos por factores bióticos: Manteniendo el brócoli a una temperatura entre 0 y 2 °C se controlará la podredumbre bacteriana y se retardará la aparición de otras enfermedades asociadas a hongos e insectos (plagas) como pueden ser:

Podredumbre blanda bacteriana (*Erwinia carotovora*)

Podredumbre negra (*Xanthomonas campestris*)

Podredumbre blanda acuosa (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Podredumbre gris mohosa (*Botrytis cinerea*)

Mancha bacteriana: (*Pseudomonas syringae*)

Alternaria (*Alternaria sp*)

Rizoctonia (*Rhizoctonia sp*)

Por tanto, se aconseja rechazar cualquier brócoli que tenga algunos de los problemas anteriormente comentados. Esta verdura es mejor consumirla recién adquirida del supermercado, evitando un periodo de almacenamiento largo ya que su sabor es mejor y contiene mayor valor nutritivo.

03

ALIMENTACIÓN Y SALUD

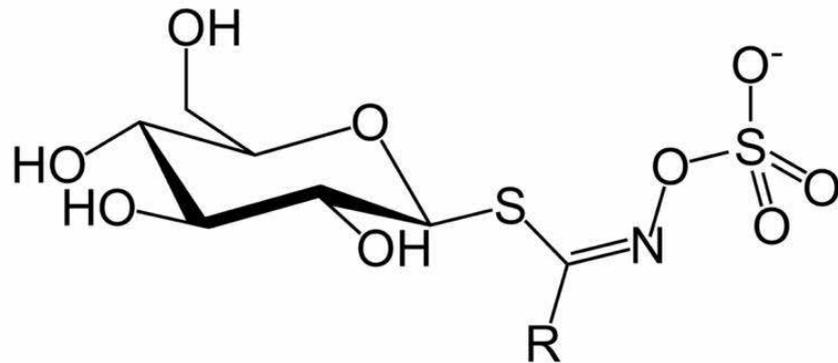
Actualmente es bien conocida la relación directa existente entre alimentos y salud. Alimentarse correctamente y llevar una dieta saludable, son aspectos de la vida cotidiana que cada vez están tomando más relevancia, particularmente por su papel en la prevención de enfermedades (ej., obesidad, diabetes y ciertos tipos de cáncer). En este sentido, las frutas y las hortalizas son una parte muy importante de una dieta equilibrada, aportando una mejor y mayor cantidad de compuestos bioactivos de origen vegetal.

El consumo de alimentos vegetales en los países industrializados de Europa y Norteamérica es relativamente bajo, generalmente inferior a las cantidades diarias recomendadas (375 g/día), a pesar de las indicaciones de las diferentes autoridades sanitarias (Moreno y García-Viguera, 2008; López-Chillón et al., 2016, 2017). El consumo habitual (3-5 veces por semana) de brócoli o alimentos elaborados a partir de brócoli (brotes o germinados de brócoli, nuevas bebidas enriquecidas en ingredientes de brócoli, etc.), permite reducir el riesgo de sufrir enfermedades crónicas asociadas con el envejecimiento y ciertos estados inflamatorios, así como la reducción significativa del riesgo de sufrir determinados tipos de cáncer (López-Chillón et al., 2016, 2017).

Numerosos estudios epidemiológicos indican que los productos vegetales del género *Brassica*, en general, y del brócoli en particular, tienen efectos protectores frente a diversas enfermedades ya que son fuentes ricas en compuestos bioactivos como los glucosinolatos, compuestos fenólicos, vitaminas y minerales (Moreno et al., 2016).

Los efectos beneficiosos del consumo de brócoli se han atribuido, en primer lugar, a los glucosinolatos (GLS) y más concretamente a los productos de su hidrólisis los isotiocianatos (ITC) como el sulforafano (SFN), el bencil-isotiocianato o el indol-3-carbinol. Todas estas sustancias se asocian a una acción anticancerígena, antiaterogénica y antioxidante, a un menor riesgo de infarto de miocardio, diabetes, enfermedades neurodegenerativas y aterosclerosis, tanto en modelos animales como en ensayos con humanos. Los ITC se forman por la acción de una enzima llamada mirosinasa que se encuentra en el interior de las vacuolas de las células. Los procesos de masticación rompen la integridad celular y permiten que la enzima se libere y reaccione con el sustrato. Además, en el intestino, la microflora también favorece la liberación de esta enzima (Moreno et al., 2006; Baenas et al., 2012, 2016; López-Chillón et al., 2016, 2017).

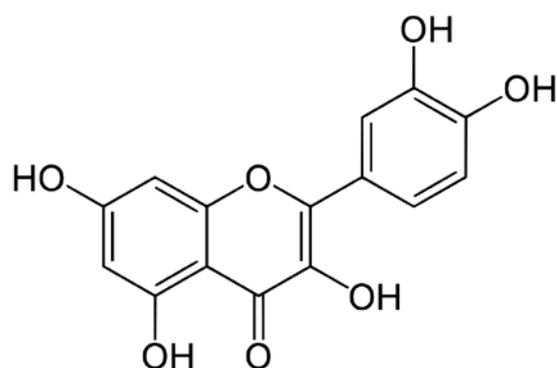
- 3.1. PREVENTIVO FRENTE AL CÁNCER, ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS E INFLAMATORIAS
- 3.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
- 3.3. DEPURATIVO Y SACIANTE
- 3.4. FORTALECE LAS DEFENSAS



Estructura molecular de los glucosinolatos

Otras sustancias relacionadas con el beneficio del consumo de brócoli son los compuestos antioxidantes de tipo fenólico y carotenoide.

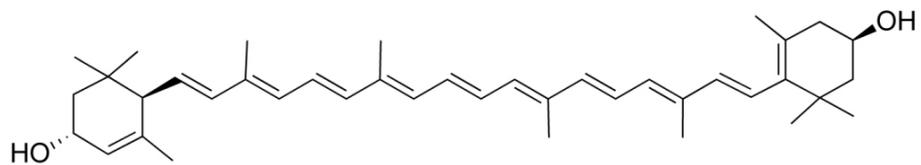
Existen distintas clases de compuestos fenólicos presentes en los brotes de crucíferas, siendo los más comunes aquellos derivados de los ácidos hidroxicinámicos, como los ácidos sinápicos que han sido objeto de estudio por su efecto protector contra el estrés oxidativo en las células. Los brotes de col lombarda, colirrábano, nabo y rábano son los que contienen mayor cantidad de compuestos fenólicos no coloreados (ácidos hidroxicinámicos y flavonoles). Por otra parte, los antocianos, compuestos fenólicos coloreados, están presentes en una alta concentración (100-300 mg por 100 g P.F.) en brotes de rábano rojo o col roja, siendo estos los compuestos que han mostrado propiedades beneficiosas frente al desarrollo de enfermedades neurodegenerativas (Baenas et al., 2016; López-Chillon et al., 2016, 2017).



Estructura molecular de la quercetina (flavonol)

- 3.1. PREVENTIVO FRENTE AL CÁNCER, ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS E INFLAMATORIAS
- 3.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
- 3.3. DEPURATIVO Y SACIANTE
- 3.4. FORTALECE LAS DEFENSAS

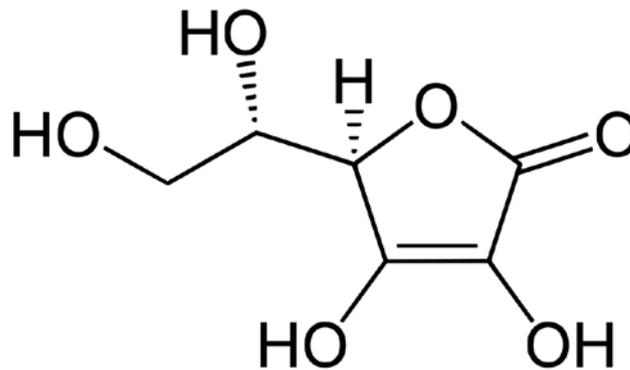
Dentro del grupo de los carotenoides, en el brócoli hay un alto contenido en luteína, antioxidante que protege a los ojos de desarrollar cataratas y otras enfermedades de la vista, provocadas por los radicales libres inducidos por los rayos del sol.



Luteína

Estructura molecular de la luteína (carotenoide)

Otro importante grupo de compuestos bioactivos presentes en el brócoli son las vitaminas. Esta hortaliza contiene una elevada cantidad de vitaminas liposolubles (vitamina A o beta-carotenos, E, K) y de vitaminas hidrosolubles (B1, B2, B3 o niacina, B6, B9 o ácido fólico y vitamina C). (Dominguez-Perles et al., 2014; López-Chillon et al., 2016, 2017).



Estructura molecular de la vitamina C

Un último grupo de sustancias beneficiosas, que refuerzan la necesidad del consumo de brócoli, son los elementos minerales. Destacan los aportes de Calcio (Ca), Hierro (Fe), Potasio (K), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Fósforo (P), Manganeseo (Mn), y Magnesio (Mg), entre otros. Estos nutrientes participan en diversas actividades metabólicas del organismo, siendo responsables de ciertas funciones bioquímicas y nutricionales. En el caso del Ca y Mg, son minerales esenciales en la prevención de la osteoporosis (Baena et al., 2016). Los brotes de brócoli poseen una cantidad de Ca y Mg de 0,06 y 32 mg por 100 g P.F., respectivamente,

3.1. PREVENTIVO FRENTE AL CÁNCER, ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS E INFLAMATORIAS

3.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

3.3. DEPURATIVO Y SACIANTE

3.4. FORTALECE LAS DEFENSAS

correspondiendo a un 6 % y un 9 % de la cantidad diaria recomendada. El contenido de Fe es de 0,7mg por 100 g P.F., siendo el 4 - 8% (hombres y mujeres adultos, respectivamente) de la cantidad diaria recomendada, similar al contenido encontrado en arroz o pan integral, contribuyendo a la prevención de problemas de salud muy extendidos como la anemia, la inmunodeficiencia o el deterioro a largo plazo de la función mental (Baenas et al., 2016; López-Chillon et al., 2016, 2017).

A modo de resumen podemos dividir en los siguientes puntos los beneficios que tienen para la salud el consumo de brócoli:

3.1. Preventivo frente al cáncer, enfermedades neurodegenerativas e inflamatorias

El brócoli está considerado como una de las hortalizas con efecto protector frente a diversos tipos de cáncer: pulmón, próstata, mama, endometrio, útero, y tumores relacionados con el tracto gastrointestinal (estómago, hígado, colon). Las razones de este efecto preventivo del cáncer se deben a su gran contenido en nutrientes antioxidantes (beta-carotenos y vitamina C), fibra (soluble e insoluble) y sustancias fitoquímicas (glucosinolatos / isotiocianatos / indoles) entre las que destaca el sulforafano (isotiocianato) y el indol-3-carbinol (indol), que actúan aumentando la actividad de ciertas enzimas cuya función es eliminar del organismo algunos agentes cancerígenos o bloquear su acción. Su potente actividad antioxidante ayuda al organismo a reducir la cantidad de ciertas bacterias del estómago, previniendo las infecciones del aparato digestivo. Experimentos realizados *in vitro* han demostrado que el sulforafano es un compuesto muy eficaz para eliminar la bacteria *Helicobacter pylori*, microorganismo causante de la mayoría de las úlceras gástricas, pero también de gran parte de los tumores de estómago. Además, este compuesto también es eficaz contra la inflamación de los tejidos en el pulmón.

En estudios preclínicos se ha demostrado una protección cardiovascular en individuos hipertensos, propensos a accidentes cerebro-vasculares debido a la capacidad de los isotiocianatos para inducir proteínas protectoras y prevenir la inflamación crónica. La protección del sistema nervioso central es similar a la carcinogénesis y las enfermedades cardiovasculares, ya que el estrés oxidativo y la inflamación crónica son esenciales para la patoge-

nia de estas enfermedades. Los efectos protectores de los isotiocianatos son evidentes en los modelos de lesión del tejido nervioso y de neurodegeneración (Mukherjee et al., 2008; López-Chillón et al., 2016)

Además, el brócoli también contiene quercetina, un flavonoide que actúa como antiinflamatorio y que también parece disminuir el crecimiento de algunos tipos de cáncer, al igual que los folatos (ampliamente presentes en esta hortaliza), que protegen frente al cáncer de colon y cuello uterino.

3.2. Capacidad Antioxidante

Su alto poder antioxidante se debe principalmente a los beta-carotenos, isocianatos y la vitamina C. Todos ellos protegen frente a los radicales libres, causantes de los procesos de envejecimiento. El intenso color de los brotes es indicador de su alto contenido en provitamina A (principalmente en forma de **beta-carotenos**), que refuerzan nuestro sistema inmunológico. En el brócoli, el beta-caroteno se almacena principalmente en los floretes. Además, aporta elevadas cantidades de vitamina C, hasta el punto de que una ración de 200 g contiene más de tres veces las recomendaciones diarias de dicha vitamina. La vitamina C tiene poder antiviral y mejora la salud cardiovascular (Dominguez-Perles et al., 2014; López-Chillon et al., 2016, 2017).

3.3. Depurativo y saciante

Debido a su contenido en agua y potasio, así como a la baja concentración en sodio, el brócoli presenta una acción diurética, por lo que ayudará a evitar la retención de líquidos. Además, debido a su alto contenido en fibra favorece la actividad excretora lo que evitará diferentes problemas como el estreñimiento, la gota y la formación de cálculos renales. A nivel intestinal, la fibra dietética presente en el brócoli como fuente fermentable, confiere cierta protección ya que facilita la eliminación de lípidos frente al consumo de dietas ricas en grasas (Mandimika, 2012; López-Chillón et al., 2016).

Teniendo en cuenta que el brócoli no contiene grasas y que aporta una importante cantidad de fibra (3 gramos por cada 100), es un buen aliado para saciar el apetito sin elevar

la cantidad de kilocalorías ingeridas. Además, la ausencia de grasas ayuda a favorecer la reducción del nivel de colesterol en sangre. Los glucosinolatos del brócoli tienen efectos cardioprotectores, aportando potenciales beneficios frente a la obesidad. Se ha demostrado que los brotes de brócoli administrados en una dieta alta en grasa inducen una mejora en el perfil lipídico (HDL, colesterol bueno) y una reducción en la actividad de la enzima lipoproteín-lipasa encargada de digerir las grasas, lo que significa que pueden ejercer un efecto hipocolesterolémico y potencialmente, reducir el almacenamiento de la grasa (Lee et al., 2009; López-Chillón et al. 2016).

3.4. Fortalece las defensas

El brócoli es una hortaliza recomendada para consumirla a todas las edades. Está especialmente indicada en:

1. Mujeres embarazadas, por su alto contenido en ácido fólico. El motivo es que una deficiencia de esta vitamina durante la gestación puede dar lugar a un bebé con espina bífida. Además de este motivo, es importante el consumo de ácido fólico por su contribución en la formación y maduración de los glóbulos rojos y blancos de la sangre.
2. Para favorecer el buen estado de la piel y de las mucosas debido a su efecto antioxidante asociado principalmente a la acción de la vitamina E.
3. En la menopausia, ya que contiene calcio y actúa como fitoestrógeno.
4. Para prevenir hemorragias por su contenido en filoquinona (fuente principal de vitamina K).
5. Para las personas convalecientes y anémicas por su aporte en hierro y ácido fólico.
6. Para desintoxicar el organismo ya que los fitonutrientes del brócoli hacen que se incremente la producción de enzimas depurativas.

04 GASTRONOMÍA

4.1. Técnicas culinarias

El brócoli se puede consumir en fresco o cocinado. En cualquier caso, se tiene que lavar y cortar en trozos pequeños y homogéneos para facilitar su manipulación:

1. **Fresco:** se refiere al consumo de brócoli sin ningún tipo de procesado.
2. **Cocido en agua:** se pone a calentar 1 litro de agua y cuando empiece la ebullición, se añaden 250 gramos de brócoli y se mantiene a fuego medio durante 4 minutos. Esta forma de cocinado es la menos recomendable, ya que por procesos de lixiviación los compuestos bioactivos hidrosolubles pasan al agua.
3. **Cocinado al vapor:** se pone a calentar 1,5 litros de agua y la olla se tapa con una vaporera. Cuando la superficie de la vaporera presente las primeras gotas de ebullición, se colocan 200 gramos de brócoli y se mantiene a fuego medio durante 6 minutos.
4. **Microondas:** se colocan 200 gramos de brócoli lavado pero sin escurrir en un recipiente especial para microondas. Se cocina a potencia media durante 5 minutos. Este método es con el que más compuestos bioactivos se pierde.
5. **Salteado:** se trataría de combinar el brócoli con aceite de oliva.

4.2. Valoración nutricional

En la Universidad Católica de Murcia (UCAM), la propia Cátedra y en colaboración con los grados de Nutrición, Tecnología de Alimentos y Gastronomía se ha llevado a cabo un estudio para evaluar las propiedades nutricionales del brócoli, así como el efecto que la utilización de distintas técnicas culinarias produce sobre ellas. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

| Por 100 g de porción | Brócoli Fresco | Brócoli Cocido | Brócoli Vapor | Brócoli Microondas | Valores de referencia (USDA)* |
|---|----------------|----------------|---------------|--------------------|-------------------------------|
| Valor energético (Kcal) | 41 | 32 | 43 | 56 | 34 |
| Valor energético (KJ) | 175 | 137 | 183 | 236 | 141 |
| Proteínas (g) | 4,0 | 3,0 | 3,8 | 4,9 | 2.8 |
| Hidratos de carbono (g) | 5,4 | 4,4 | 6,3 | 8,3 | 6.64 |
| -Azúcares totales (g) | 1,4 | 0,9 | 1,6 | 2,6 | 1.7 |
| Ácidos grasos (g) | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0.37 |
| Saturados (g) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Monoinsaturados (g) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Poliinsaturados (g) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Trans (g) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Sal (g) | 0,10 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | **n.m. |
| Contenido en agua (g) | 89,2 | 91,7 | 88,6 | 85,3 | 89.3 |
| Cenizas totales (g) | 1,0 | 0,6 | 1,0 | 1,2 | **n.m. |
| Fósforo (mg) | 105,6 | 68,3 | 105,2 | 80,6 | 66 (9%) |
| Calcio (mg) | 60,5 | 47,7 | 46,5 | 57,4 | 47 (5%) |
| Hierro (mg) | 0,80 | 0,49 | 0,70 | 0,08 | 0.73 (6%) |
| Potasio (mg) | 258,7 | 118,1 | 202,5 | 230,5 | 316 (7%) |
| Vitamina A (IU) | 1548 | 274 | 823 | 1193 | 31 (3%) |
| Vitamina C (mg) | 89,2 | 33,7 | 60,1 | 63,3 | 89.2 (149%) |
| Índice de Madurez | 62,4 | 172,0 | 78,2 | 107,5 | **n.m. |
| Acidez total (g/L) | 0,14 | 0,05 | 0,11 | 0,08 | **n.m. |
| Sólidos Solubles (°Bx) | 8,7 | 8,6 | 8,6 | 8,6 | **n.m. |
| pH | 7,14 | 7,11 | 7,13 | 7,12 | **n.m. |
| Actividad Antioxidante (mmol/100 g brócoli) | 5,7 | 8,8 | 6,8 | 5,3 | **n.m. |

*Fuente: Brócoli, crudo (partes comestibles) en la base de datos de nutrientes de USDA. **Valores no medidos (n.m.). % es el porcentaje de la cantidad diaria recomendada para adultos.

El análisis de los datos presentados en esta valoración nutricional del brócoli permite extraer varias conclusiones:

- El brócoli es un alimento con bajo aporte calórico. Concretamente, al cocinarla al vapor, los valores son parecidos a su consumo en fresco.
- El cocinado de los alimentos cambia su concentración de proteínas, hidratos de carbono, sal, contenido en agua y cenizas totales. Concretamente, al cocer el brócoli se incrementa el contenido en agua por lo que bajan las proteínas, hidratos de carbono, sal y cenizas totales (efecto diluyente). Lo contrario ocurre al usar el microondas: disminuye el contenido en agua por lo que suben las proteínas, hidratos de carbono, sal y cenizas totales (efecto concentrador). De nuevo, al hervirla, los valores son parecidos al consumo en fresco. Con relación a los valores de los ácidos grasos se observa que, aparte de ser bajos, no se ven afectados por el cocinado.
- Los nutrientes como el fósforo, calcio, hierro y potasio disminuyen su concentración al cocinarlos en agua. Por este motivo, si se plantea un hervido de brócoli, es recomendable no desechar el agua que queda en la olla una vez preparado.
- En cuanto a las vitaminas, el brócoli en fresco presenta las mayores cantidades de vitamina A y C ya que el proceso de cocinado degrada estos compuestos.
- La acidez total disminuye con la temperatura, produciendo un aumento en el índice de maduración del brócoli al cocerlo o cuando se usa un microondas. Sin embargo, estos valores no se ven afectados si el brócoli se cocina al vapor, asemejándose al consumo en fresco.
- Con respecto a la actividad antioxidante, se pone de manifiesto que el proceso de cocinado a alta temperatura degrada numerosos compuestos antioxidantes como la vitamina C, aunque esos efectos son más destacables cuando se cuece.

Desde un punto de vista científico, los resultados obtenidos por destacados grupos de investigación indican que el cocinado convencional o la cocción, es el proceso que posiblemente tenga un mayor efecto sobre los contenidos de compuestos fitoquímicos procedentes de los alimentos que incluyen a plantas de la familia de las brassicáceas. El tipo y el tiempo de cocción utilizados también pueden afectar significativamente al contenido de glucosinolatos (GLS) y antioxidantes naturales (vitamina C, polifenoles y otros). Además, el picado, cortado, trituración y preparación de los alimentos también estimularán la formación de isotio-

cianatos (ITC), tales como el SFN que se produce tras la hidrólisis de GLS por intervención de la enzima mirosinasa. En general, la calidad nutricional de los alimentos de las crucíferas se conserva mejor usando prácticas sencillas de procesamiento como el escaldado o la cocción al vapor que son menos agresivas que el uso de microondas y las diversas formas de freír.

Por estos motivos, se puede concluir que la mejor manera de consumir el brócoli es en fresco o al vapor. Por otra parte, para cocinarlo no se aconseja utilizar el microondas.

4.3. Recetario

A través del siguiente enlace: <https://bit.ly/2aaOAby> de la página de la asociación “más brócoli” se pueden encontrar distintas recetas de brócoli, clasificadas en los siguientes grupos:

- (A) Restaurantes que piensan en ti
- (B) En ensalada
- (C) Para sorprender
- (D) Para comer/cenar
- (E) Para tapear

A modo de ejemplo, se indican las siguientes recetas con el brócoli como el alimento destacado:

| CREMA DE BRÓCOLI Y ATÚN | ALBÓNDIGAS DE POLLO Y BRÓCOLI | COCA DE BRÓCOLI |
|---|--|--|
| <p>En una olla mediana, sofreír un diente de ajo en aceite de oliva virgen extra y añadir 500 g de brócoli.</p> <p>Añadir 250 mL de caldo de pollo y dejar cocer hasta que el brócoli esté tierno.</p> <p>Una vez cocinado, triturar el brócoli hasta obtener una crema.</p> <p>En una sartén, dorar 350 g de atún cortado a trozos y tostar 100 g de almendras.</p> <p>Emplatar el atún con las almendras y la crema de brócoli.</p> | <p>En un bol, mezclar 350 g de pollo picado con 150 g de brócoli y un huevo.</p> <p>Hacer albóndigas con la masa anterior, pintarlas con aceite de oliva virgen extra y hornear durante 15 min a 180 °C.</p> <p>Preparar la salsa yogurt: mezclar un yogurt natural con pimienta negra al gusto y aceite de oliva virgen extra.</p> <p>Emplatar las albóndigas y la salsa.</p> | <p>En un bol, mezclar bien 150 mL de agua, 200 g de harina, 125 mL de aceite de oliva virgen extra, una yema de huevo y sal.</p> <p>En la bandeja del horno, extender la masa, colocando debajo papel para horno.</p> <p>Cortar 100 g de tomate y 150 g de brócoli y colocar encima de la masa.</p> <p>Introducir la coca en el horno y cocinar por arriba durante 30 min a 160 °C.</p> <p>Espolvorear el queso rallado, subir a 180 °C y hornear durante 20 min por abajo</p> |



05 BIBLIOGRAFÍA

Baenas N, Moreno DA, García-Viguera C. Selecting sprouts of brassicaceae for optimum phytochemical composition. *J Agric Food Chem.* 60, 11409-20 (2012). [<http://dx.doi.org/10.1021/jf302863c>] [PMID: 23061899].

Baenas, N., Moreno, D.A., García-Viguera, C. "Brotos de crucíferas: fuente de salud. Interempresas", *Revista Horticultura.* (2016).

Domínguez-Perles, R; Mena, P; Garcia-Viguera, C; Moreno, DA. "Brassica Foods as a Dietary Source of Vitamin C: A Review" *Crit Rev Food Sci Nut.* 54, 176-191 (2014)

Lee JJ, Shin HD, Lee YM, Kim AR, et al. *J. Korean Soc. Food & Nutr.* 38, 309-318 (2009).

López-Chillón, MT, Villaño, D., García-Viguera, C., Moreno DA. "Brócoli: alimento natural con grandes beneficios en salud". Documentos Postcosecha. www.publicaciones.poscosecha.com. Grupo THM (2016).

López-Chillón M.T., Baenas N., Villaño D., Zafrilla P., García-Viguera C., and Moreno D.A. "Broccoli for food and health – research and challenges". VII International Symposium on Brassicas (Pontevedra, Spain), Eds. Cartea (2017).

Mandimika T, Paturi G, De Guzman E, et al. *Food Chemistry.* 131, 1272-1278 (2012)

Martínez-Ballesta, MC, López-Pérez, L., Pérez-Balibrea, S., Moreno DA, García-Viguera C., Carvajal, M. "Cultivo del brócoli con aguas salinas. ¿Es posible algún beneficio? *Agrícola Verge*. 315, 132-137 (2008).

Moreno DA, Pérez-Balibrea S, García-Viguera C. *Natural Product Commun.* 1, 1037-1048 (2006).

Moreno DA y García-Viguera, C. "El Brócoli como fuente de ingredientes funcionales: glucosinolatos". *Alimentación, Nutrición y Salud.* 15, 49-53 (2008).

Mukherjee, S. et al. Broccoli: a unique vegetable that protects mammalian hearts through the redox cycling of the thioredoxin superfamily. *J. Agric. Food Chem.* 56, 609–617 (2008).

Enlaces:

<https://bit.ly/2DrjtG4> (enlace a página de cabecera de la web de más brócoli)

<https://bit.ly/2aaOAby> (enlace de la página web de más brócoli con recetas)

<https://bit.ly/2RAuill> (enlace con ilustraciones y dibujos de regmurcia.com)

<https://bit.ly/2yWZ9Zb> (enlace para ver plagas y enfermedades en brócoli)

<https://bit.ly/2ARaN9v> (enlace para ver plagas y enfermedades en brócoli)

Fotografías:

Foto 1: Foto archivo, autor: Sushytska

Foto 2: <https://bit.ly/2RpeXLz>

Foto 3: <https://bit.ly/2E8RL14>

Foto 4: <https://bit.ly/2AJzgfo>

Foto 5: <https://bit.ly/2zEc16Q>

Foto 6: <https://bit.ly/2QbjvsB>

Foto 7: <https://bit.ly/2DWftwC>

Foto 8: <https://bit.ly/2SpsYZM>

Foto 9: <https://bit.ly/2DTYL14>

Foto 10: <https://bit.ly/2DTYL14>

Foto 11: <https://bit.ly/2KLsKJP>

Foto 12: <https://bit.ly/2U4RuB7>

Foto 13: <https://bit.ly/2U56rTM>

Foto 14: <https://bit.ly/2Pe2Z5m>

Foto 15: <https://bit.ly/2SpRcDk>

- Foto 16: <https://bit.ly/2FSD0B7>
- Foto 17: <https://bit.ly/2BLtXhf>
- Foto 18: <https://bit.ly/2EareR8>
- Foto 19: <https://bit.ly/2Q45Gfc>
- Foto 20: <https://bit.ly/2BMUHOz>
- Foto 21: <https://bit.ly/2U7I9Z6>
- Foto 22: <https://bit.ly/2rglw6L>
- Foto 23: <https://bit.ly/2zCHTbX>
- Foto 24: <https://bit.ly/2pD8Rg9>
- Foto 25: <https://bit.ly/2pD8Rg9>
- Foto 26: <https://bit.ly/2RtiCII>
- Foto 27: <https://bit.ly/2U3OCV2>
- Foto 28: <https://bit.ly/2U4IAoa>
- Foto 29: <https://bit.ly/2Qug4MB>
- Foto 30: <https://bit.ly/29EuYJx>
- Foto 31: <https://bit.ly/2riXxoh>
- Foto 32: <https://bit.ly/2DVFJXX>
- Foto 33: <https://bit.ly/2DVZxKS>



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA

