

MINISTERIO DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Investigación Agraria

CULTIVO DEL BRÓCOLI



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION AGRARIA
DIRECCIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CULTIVOS

ESTACION EXPERIMENTAL DONOSO
CENTRO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION HORTICOLA
KIYOTADA MIYAGAWA-HUARAL

1

Cultivo del Brócoli

Dr. Julio Toledo H.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA - INIA

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION AGRARIA

DIRECCION GENERAL DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGRARIA

Revisión:

Comité Central de Edición y Publicaciones

Diagramación e Impresión:

Proyecto de Producción de Medios de Comunicación y Transferencia

Primera Edición:

Diciembre, 1995

Tiraje: 1 000 ejemplares

Primera Reimpresión:

Junio, 2003

Tiraje: 200 ejemplares

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	7
BIOLOGIA DEL BROCOLI	9
. Taxonomía de la Especie	9
. Morfología de la Planta	9
. Consideraciones Fisiológicas	11
FACTORES AGROCLIMATICOS	11
. Agua	11
. Suelo	12
. Temperatura	12
. Luz	13
CULTIVARES	13
EPOCA DE SIEMBRA	16
SISTEMAS DE SIEMBRA	17
SIEMBRA DIRECTA	17
SIEMBRA DE ALMACIGO	18
. Elección y Preparación del Terreno	18
. Desinfección del Suelo	19
. Siembra	19
. Manejo del Almacigo	20
PREPARACION DE LAS PLANTAS PARA EL TRASPLANTE	22
SELECCION Y PREPARACION DEL CAMPO PARA TRASPLANTE	23
TRASPLANTE	24
DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA Y POBLACION DE PLANTAS	24

ABONAMIENTO Y FERTILIZACION	27
. Aspectos Generales	27
. Dosis de Fertilización	28
. Forma de Aplicación del Fertilizante	29
RIEGO	30
CONTROL DE MALEZAS	30
PLAGAS Y ENFERMEDADES	31
DESORDENES FISIOLÓGICOS	36
. Abotonamiento	36
. Tallo Hueco	36
COSECHA	37
. Época de Cosecha	37
. Tiempo a la Cosecha	37
. Momento de Cosecha e Índices de Madurez	37
. Período y Frecuencia de Cosecha	38
. Procedimiento de Cosecha	38
MANEJO POSTCOSECHA	39
. Empaque	41
. Enfriamiento Rápido	42
. Almacenamiento y Transporte	43
. Atmósferas Controladas/Modificadas	44
. Cargas Mixtas	44
COSTOS DE PRODUCCION	45
DATOS BASICOS DEL CULTIVO DE BROCOLI	47
MERCADO INTERNACIONAL	50
. Criterios y Normas de Calidad	50
. El Mercado de los Estados Unidos	53
. El Mercado de la Comunidad Económica Europea (CEE)	56
. Oportunidades Comerciales para el Perú	58
BIBLIOGRAFIA	59

INTRODUCCION

El cultivo y consumo del brócoli data de la época del Imperio Romano. El incremento significativo de su producción a nivel mundial se ha realizado recién durante los últimos años, en base al conocimiento de su calidad nutritiva y organoléptica (Cuadro 1). Este aumento de la preferencia por el brócoli coincide con la tendencia general observada en los principales mercados mundiales hacia el consumo de hortalizas.

El brócoli es considerado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso y supuestamente posee la cualidad de prevenir enfermedades, entre las que se incluiría el cáncer. Además de su utilización al estado fresco, esta hortaliza presenta excelentes características para procesamiento en la forma de producto congelado.

No existen estadísticas confiables sobre la superficie y producción de este cultivo estimándose un total de aproximadamente 100 000 ha sembradas a nivel mundial (Krarup, 1992). En la actualidad, Estados Unidos es el principal productor y consumidor de brócoli con, aproximadamente, 50 000 ha sembradas. En América, el brócoli se cultiva también en México, Guatemala, Chile, Ecuador y Perú. En Europa, principalmente en Italia, España, Francia, Reino Unido y Holanda. Otros países productores de esta hortaliza son Sudáfrica, Japón y Taiwan.

Desde su introducción en el Perú, hace más de 40 años, el consumo del brócoli en nuestro medio se ha dado de manera casi exclusiva en un segmento muy limitado del mercado limeño y su cultivo se limitó a unas pocas hectáreas. Sin embargo, a partir del año 1990 la producción del brócoli se viene incrementando de manera significativa en la costa central conjuntamente con el desarrollo de una floreciente agroindustria de exportación de producto congelado. En el año 1992 se sembraron 330 ha de esta hortaliza en Chíncha y 70 ha en Ica. En base a esto, se hace aquí un análisis de su cultivo en relación a las condiciones de producción de la costa central.

Cuadro 1 Valor Nutritivo de la Inflorescencia de Brócoli

Componente	Fresco Florete (*) (151 g)	Cocido de	
		Fresco Florete (180 g)	Congelado Picado (185 g)
Agua (%)	91	90	91
Energía (cal)	40	50	50
Proteínas (g)	4	5	6
Lípidos (g)	1	1	Trazas
Colesterol (mg)	0	0	0
Carbohidratos (g)	8	10	10
Calcio (mg)	72	205	94
Fósforo (mg)	100	86	102
Hierro (mg)	1,3	2,1	1,1
Potasio (mg)	491	293	333
Sodio (mg)	41	20	44
Vitamina A (IU)	2 330	2 540	3 500
Tianina (mg)	0,1	0,15	0,1
Riboflavina (mg)	0,18	0,37	0,15
Niacina (mg)	1	1,4	0,8
Ácido Ascórbico (mg)	141	113	74

(*) Grupos de flores en la inflorescencia
Adaptado de: Krarup (1992)

BIOLOGIA DEL BROCOLI

TAXONOMIA DE LA ESPECIE

El brócoli es una dicotiledónea anual perteneciente a la familia Cruciferae, identificándosele con el nombre de *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck.

Esta hortaliza guarda una estrecha relación genética con otras que constituyen variedades botánicas dentro de la misma especie *Brassica oleracea* L. Entre las más conocidas en nuestro medio tenemos la col (*B. oleracea* L. var. *capitata* L.) y la coliflor (*B. oleracea* L. var. *botrytis* L.); además, están la col de Bruselas (*B. oleracea* L. var. *gemmifera* L.) y el colirábano o colinabo (*B. oleracea* L. var. *gongylodes* L.). Todas estas variedades botánicas se cruzan libremente entre sí.

El vínculo taxonómico entre brócoli y coliflor es particularmente estrecho, existiendo evidencias que indican un posible rol del brócoli como progenitor de la coliflor, debido a que tiene una estructura floral menos compleja.

MORFOLOGIA DE LA PLANTA

La planta de brócoli es de naturaleza herbácea, con un tallo principal cuyo diámetro varía entre 2 y 6 cm y 20-50 cm de longitud. Este tallo principal presenta entrenudos cortos con un hábito de desarrollo intermedio entre la forma roseta (coliflor) y caulinar (col de Bruselas). La parte superior del tallo es limitada por el desarrollo de la inflorescencia principal. Las únicas ramificaciones presentes en el tallo son inflorescencias secundarias que se ubican en los nudos superiores.

Esta hortaliza tiene entre 15 a 30 hojas grandes, cada una de aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. La lámina es lobulada y el pecíolo de mayor tamaño que en la col o coliflor. La superficie de las hojas presenta una cutícula cerosa bastante desarrollada e impermeable.

La inflorescencia del tipo pella es un corimbo conformado por numerosas flores, las que en estado inmaduro constituyen la parte comestible de esta hortaliza. En nuestro medio, a la pella se le conoce como "cabeza" y se denomina florete al conjunto de flores individuales que se insertan mediante un pedúnculo común al tallo principal de la inflorescencia. Un corimbo está formado por varios floretes.

Inicialmente compacta y firme, la inflorescencia pierde consistencia debido al crecimiento y desarrollo de los pedúnculos, maduración de las flores y separación de los floretes. El color de los corimbos incluye distintas tonalidades de verde, dependiendo del cultivar.

Las flores son perfectas y actinomorfas. Los pétalos libres, en número de cuatro, son de color amarillo y están dispuestos en forma de cruz, característica que tipifica a las crucíferas. Debido a problemas de autoincompatibilidad, la polinización es principalmente cruzada y se realiza con la ayuda de insectos como las abejas y moscas.

10

El fruto es una silicua con más de 10 semillas, deshiscente cuando madura. Las semillas son redondas, pequeñas (2 mm de diámetro) y de color marrón oscuro a rojizo. Un gramo de semilla contiene entre 180 y 250 semillas.

El sistema radicular de esta hortaliza es pivotante y leñoso. La raíz primaria puede profundizar hasta 0,8 m en el perfil del suelo y generalmente se pierde durante el proceso de extracción de plantas del almácigo. El sistema radicular del brócoli trasplantado en campo definitivo está principalmente conformado por raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las que se concentran en su mayor parte en los primeros 0,4-0,6 m de profundidad.

CONSIDERACIONES FISIOLÓGICAS

El brócoli es una planta mesofítica, cuyo origen ubicado en una región sub-húmeda-templada hace suponer que esta especie requiere de condiciones moderadas de temperatura, así como de una adecuada disponibilidad de agua, alta humedad relativa y luminosidad moderada del ambiente para su normal desarrollo.

La mayor parte de los cultivares de brócoli utilizados en la actualidad se comportan como plantas anuales, es decir, no requieren ser expuestos a bajas temperaturas (vernalización) para la inducción y diferenciación floral y posterior formación de la cabeza. Este es el caso para todos los cultivares empleados en nuestro medio. Cabe mencionar, que algunos cultivares tardíos de brócoli, de uso comercial limitado en Europa, requieren ser vernalizados o expuestos a temperaturas menores que 10 °C por un período determinado, para la producción de la inflorescencia; estos cultivares son considerados de comportamiento bianual.

FACTORES AGROCLIMÁTICOS

AGUA

Su condición de planta mesofítica, requiere disponer permanentemente de agua de buena calidad para la obtención de máximos rendimientos. La presencia de altos niveles de salinidad o de elementos tóxicos en el agua de riego afecta el potencial de rendimiento de este cultivo, disminuyendo su calidad. Esta hortaliza progresa mejor en ambientes con altos niveles de humedad relativa.

SUELO

Suelos fértiles, de textura media, profundos y con buen drenaje, son óptimos para su cultivo. Asimismo, es

conveniente que el suelo posea una adecuada capacidad de retención de agua y un buen nivel de materia orgánica. Otras características de importancia tales como pH neutro y la ausencia de salinidad favorecen su producción.

El brócoli puede producir satisfactoriamente en condiciones de suelos de calidad inferior cuando estos son debidamente manejados. Así, en suelos arenosos, es necesario aplicar materia orgánica y reforzar la fertilización química. Este cultivo es medianamente tolerante a la acidez.

TEMPERATURA

El brócoli es un cultivo de invierno o de estación fría. El rango óptimo de temperatura para su crecimiento y desarrollo es de 15 °C-18 °C. Se considera que el límite inferior de temperatura para su crecimiento está alrededor de los 5 °C en tanto que por encima de 24 °C la calidad del producto obtenido se ve seriamente afectada debido a la pérdida de compactación de la cabeza por el crecimiento y separación de los floretes, la abertura de las flores individuales y aceleración general de los procesos de senescencia. Existen, sin embargo, cultivares como el 'Packman' que pueden producir cosechas comerciales en condiciones de nuestro verano en costa central. Como se mencionó anteriormente, en nuestro medio se utilizan cultivares de comportamiento anual; es decir, no requieren ser vernalizados en relación al desarrollo de la inflorescencia.

La planta del brócoli es capaz de tolerar la incidencia de heladas ligeras. Si la helada ocurre durante cualquier estado de desarrollo de la cabeza, el producto será dañado por el congelamiento y posterior pardeamiento de la inflorescencia.

LUZ

Este factor no constituye una limitación crítica para el normal desarrollo del cultivo en la mayoría de los casos. La

inducción y diferenciación floral y formación de la cabeza ocurren independientemente de la duración del día o fotoperíodo; es decir, se trata de una planta de fotoperíodo neutro. Excelentes resultados, en lo referente a cantidad y calidad de producto, se logran en condiciones de baja luminosidad como las prevalencias durante el invierno en la Costa Central. El exceso de luminosidad puede constituir un factor limitante para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo, por el hecho que comúnmente esta situación está relacionada con altas temperaturas.

CULTIVARES

La elección del cultivar apropiado es una decisión que debe tomarse en base a una serie de consideraciones como el uso que se de al cultivo, rendimiento, precocidad, época de siembra y cosecha, densidad de siembra, características de la cabeza, tolerancia a enfermedades y desórdenes fisiológicos, requerimientos del mercado, etc.

13

La tendencia del desarrollo de nuevos cultivares está orientada principalmente a la producción de híbridos los que, en relación a los cultivares de polinización abierta, presentan las siguientes ventajas comparativas:

- mayor rendimiento
- mayor precocidad
- mejor calidad de producto
- cabezas más grandes
- plantas pequeñas para siembras de alta densidad

Algunas limitaciones respecto al uso de los híbridos son el alto costo de la semilla de éstos; así como la necesidad de contar con un mayor nivel tecnológico de manejo del cultivo y gasto en insumos para la producción.

En el caso de huertos caseros se prefieren cultivares de polinización abierta que producen abundantes brotes laterales

lo cual permite ampliar el período de cosecha, con recojos escalonados. Un ejemplo de este tipo es el cultivar 'Calabrese', de polinización abierta, que fue el más utilizado en nuestro medio hasta antes de la introducción de los cultivares híbridos.

Para el mercado de consumo fresco hay que seleccionar cultivares que produzcan cabezas de buen tamaño y con buenas condiciones para el manejo y conservación postcosecha. Para la industria de congelado es importante tomar en cuenta la calidad de las flores individuales y floretes así como también el color, sabor, olor, etc., en relación al procesamiento al que es sometido el producto.

Los principales cultivares de brócoli utilizados en la actualidad en nuestro medio son el 'Pirate' y el 'Packman'. El primero de los mencionados es el cultivar utilizado por la agroindustria de exportación de brócoli congelado; mientras que el 'Packman' solo es utilizado para consumo fresco. En menor cantidad se siembra el cultivar 'Shogun', también para consumo fresco. Otros cultivares que han destacado por su rendimiento y calidad en diversos ensayos realizados por el Programa de Investigación en Hortalizas de la UNALM son 'Green Duke', 'HM Citation' y 'Viking'. El cultivar 'Viking', de cabeza compacta y flores pequeñas, está siendo cada vez más utilizado por la industria de congelado. El cultivar 'Marathon' destacó en pruebas de campo realizadas en la Estación Experimental Donoso-CICH-KM en Huaral.

Los cultivares mencionados son híbridos de alto rendimiento (10-16 t/ha) que presentan cabezas bien desarrolladas, compactas y de color verde intenso o azulado. Algunas características específicas de estos híbridos se mencionan a continuación:

PIRATE

Presenta una cabeza grande, bien redondeada y compacta, color verde azulado, con poca separación entre

floretes. Excelente calidad para la agroindustria. Planta tardía (55-60 días de trasplante a cosecha). Muy susceptible a pudriciones. Se siembra desde otoño hasta primavera. Poca producción de brotes laterales.

PACKMAN

Produce una cabeza de gran tamaño, de color verde intenso y forma de cúpula uniforme. Buena producción de brotes laterales. Cultivar precoz (45-50 días de trasplante a cosecha). Adaptado a condiciones de verano. Susceptible a pudriciones.

SHOGUN

Presenta una cabeza grande de color verde intenso y de forma lobulada. Maduración tardía (55-60 días de trasplante a cosecha). Se siembra desde otoño hasta primavera.

HM CITATION

Produce cabezas compactas; uniformes y semi-redondas; con botones florales semi-finos. Cultivar semi-tardío (55 días de trasplante a cosecha).

GREEN DUKE

Produce cabezas de excelente desarrollo y uniformidad, con floretes apretados. Cultivar precoz (45-50 días de trasplante a cosecha).

MARATHON

Cabeza grande de color verde intenso; poca separación entre floretes; planta tardía (65-75 días de trasplante a cosecha) y de buen vigor; poca producción de brotes laterales.

Los frecuentes cambios que ocurren en las preferencias de los mercados de exportación, así como también, la constante renovación de cultivares ofrecidas por las empresas productoras de semillas, determinan la necesidad de mantener una permanente evaluación del nuevo material disponible mediante las correspondientes pruebas de cultivares, cuyos resultados son de aplicación estrictamente local.

EPOCA DE SIEMBRA

La época de siembra afecta el comportamiento general del cultivo, la calidad del producto y su capacidad de conservación postcosecha. En la costa central y sur se siembra en los meses de invierno y primavera. Los almácigos se inician en Marzo y los trasplantes se realizan de Abril a Octubre en el caso del cultivar 'Pirate' con cosechas hasta Noviembre y, en algunos casos, Diciembre. Para cosechar en verano se puede utilizar el cultivar 'Packman'.

16

SISTEMAS DE SIEMBRA

El brócoli se puede sembrar en forma directa en el terreno definitivo o por trasplante mediante la preparación de un almácigo. En nuestro medio, se usa exclusivamente el sistema de almácigo y trasplante. Esto, por razones de orden práctico entre las que cabe destacar el ahorro en semilla, uso racional del terreno debido a una menor permanencia del cultivo en campo definitivo, facilidad y costo mínimo para el manejo y cuidado de las plantas en su etapa inicial, facilidad de control de malezas y porque no se requiere utilizar maquinaria especializada.

SIEMBRA DIRECTA

En países con extensas zonas de producción y mano de obra de alto costo se ha desarrollado la tecnología necesaria para la siembra directa, para lo cual se emplean sembradoras

de precisión, mecánicas o neumáticas. Sin embargo, aún en estas condiciones, el uso de la siembra directa es limitado.

La siembra directa requiere una preparación minuciosa del terreno el cual debe quedar suficientemente mullido para que la semilla sea ubicada a la profundidad requerida (1-2 cm) y adecuadamente cubierta. Es indispensable también una buena nivelación del terreno, para la distribución uniforme de la semilla y eficiencia de riego, en caso de que éste sea por gravedad. Sin embargo, en estos casos es común el uso de riego por aspersión.

Asimismo, la siembra directa demanda un mayor gasto de semilla que en el caso de la siembra de almácigo, utilizándose 0,75 - 1 kg/ha con sembradoras de precisión. Asimismo, es necesario eliminar el exceso de plántulas. Esto puede elevar significativamente el gasto en semilla, especialmente en el caso de los cultivares híbridos. Los aspectos mencionados, además de la dificultad para el control de malezas en los primeros estadios de desarrollo de las plántulas y una producción más tardía, en comparación con el sistema de trasplante, hace poco atractivo este tipo de siembra en nuestro medio.

SIEMBRA DE ALMACIGO

El almácigo puede hacerse en el campo o utilizando el sistema "speedling" que consiste en bandejas plásticas con cavidades, en cada una de las cuales se produce una plántula. Las plántulas provenientes de almácigos hechos a campo abierto se trasplantan a raíz desnuda, en tanto que aquellas sembradas en "speedlings" se trasplantan con el sustrato adherido a la raíz. A pesar de que en este último caso se logra una mejor preservación del sistema radicular y ahorro de semilla, el sistema de almácigos a campo abierto es el más utilizado en nuestro medio por la facilidad de prendimiento de las plántulas trasplantadas a raíz desnuda y ahorro en el costo de los speedlings.

Debido a que ambos sistemas requieren de prácticas de manejo y cuidados similares, a continuación se discute el sistema de siembra de almácigo en el campo.

ELECCION Y PREPARACION DEL TERRENO

Al respecto debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las características del suelo deben ser buenas (textura media, buen drenaje, sin pedregosidad, sin problemas de sales o acidez excesiva, etc). Para esto, es conveniente analizar una muestra de suelo en algún laboratorio especializado y los resultados interpretados por un profesional, de manera de poder realizar las correcciones respectivas, en caso necesario.
- El terreno no debe haber sido sembrado con brócoli u otras crucíferas de manera consecutiva. Antes de utilizar el mismo terreno en más de una oportunidad, es conveniente rotar con otros cultivos como maíz y leguminosas. Además, el terreno debe estar libre de malezas, próximo a una fuente de agua de calidad y protegido de condiciones ambientales adversas.
- La preparación del terreno debe incluir una buena nivelación y mullimiento del suelo, para lo cual éste debe ser arado y luego gradeado.
- Incorporar estiércol, compost o humus de lombriz a la preparación del terreno.
- Si el terreno es fértil, se puede almacigar sin fertilización adicional.

DESINFECCION DEL SUELO

En otros países se desinfecta el suelo del almácigo, para obtener plantas sanas. Productos en base a Bromuro de Metilo o Dazomet controlan los hongos, insectos, nemátodos y

semillas presentes en el suelo. En nuestro medio, esta práctica no se utiliza comercialmente en el brócoli.

SIEMBRA

Normalmente se requiere 100 a 500 m² de terreno de almácigo para trasplantar una hectárea, según se trate de una siembra en camas o surcos, respectivamente. El almácigo en camas es más recomendable por el menor uso de terreno. La siembra del almácigo puede ser hecha manualmente o con máquina.

En el caso de siembra en camas, ésta se hace en hileras espaciadas 10-15 cm y colocando la semilla en línea corrida, procurando un espaciamiento de aproximadamente 1,5 cm entre semillas en la hilera de siembra. Si la siembra es manual, las hileras se orientan transversalmente a la longitud de camas; o paralelas a ésta en el caso de siembra mecanizada. Las camas deben ser de 1 a 1,2 m de ancho para facilitar los trabajos de cuidado de las plántulas desde los bordes de éstas. La longitud de las camas es variable.

En el caso de la siembra en surcos, estos deben espaciarse 0,5 m entre sí, colocando dos hileras de siembra encima del camellón o lomo del surco. En este caso se requiere de una mayor área de almácigo recomendándose la siembra mecanizada. El gasto de semilla, en ambos sistemas de siembra, es de aproximadamente 0,3 kg para producir plántulas para una hectárea de trasplante.

Cuando se utiliza semilla de alto costo como en el caso de los cultivares híbridos, se prefiere hacer una siembra de precisión en camas y con la ayuda de una plantilla con marcadores espaciados de manera equidistante a 10 cm; colocando una semilla en cada posición marcada en el terreno. Con este sistema, el gasto de semilla se reduce a 0,1-0,15 kg para una hectárea de trasplante.

MANEJO DEL ALMACIGO

El almácigo constituye una etapa crítica para el cultivo del brócoli. La producción de un buen plantel de plántulas para trasplante dependerá en gran medida del cuidado que le brindemos a éstas en el almácigo, cuidando de asegurar las condiciones necesarias para propiciar el adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo.

El riego es uno de los aspectos críticos a considerar durante esta etapa. El abastecimiento de agua debe ser permanente y oportuno. El primer riego se da inmediatamente luego de la siembra de manera de proporcionar la humedad necesaria para el proceso germinativo. La velocidad de germinación es dependiente de la temperatura del ambiente, demorando aproximadamente 15 días a 10 °C, 6 días a 20 °C y 3 días a 30 °C. En condiciones de invierno de la Costa Central, la emergencia de las plántulas ocurre a los 4-7 días luego del primer riego.

20

Al inicio, los riegos son frecuentes y ligeros en la parte superior del perfil del suelo, con la finalidad de mantener adecuadamente húmeda la zona de desarrollo de la semilla. La emergencia y posterior crecimiento de las plántulas resultan en el correspondiente desarrollo y profundización del sistema radicular, lo cual indica la necesidad de riegos más distanciados y prolongados.

Los almácigos hechos en camas deben regarse, preferentemente, con regadera o algún otro equipo de aspersión. Los almácigos en surcos son regados por gravedad.

Es importante mantener el almácigo libre de malezas, por cuanto éstas compiten con las plántulas de brócoli en lo referente a luz, agua, nutrientes y espacio. Asimismo, las malezas son hospederas de plagas y patógenos que pueden afectar al cultivo. El deshierbo se realiza manualmente con escardas o azadones. También, se puede aplicar Metazaclor,

3 l/ha, pre-emergente al cultivo, inmediatamente luego del primer riego.

Generalmente, es necesario aplicar pesticidas para el control de gusanos de tierra (larvas de noctuidos), áfidos (*Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae*), barrenadores de brotes (*Hellula phidilealis*) y comedores de hoja (*Plutella xylostella*, *Pseudoplusia includens*, *Leptophobia aripa-deserta*).

De igual manera se debe proceder para controlar la incidencia de enfermedades como el mildiú (*Peronospora parasitica*).

El programa de control de plagas y enfermedades debe enmarcarse dentro de los principios del control integrado; considerando, además, las restricciones de uso de pesticidas establecidos por los mercados de exportación. Por estas razones, dicho programa de control debe estar a cargo de un profesional especialista.

PREPARACION DE LAS PLANTAS PARA EL TRASPLANTE

El momento del trasplante es un factor determinante del rendimiento y calidad del brócoli. Trasplantes tardíos traen como consecuencia incidencia de "abotonamiento", reducción del tamaño y peso de las cabezas, etc. Por el contrario, plántulas muy tiernas no toleran adecuadamente el estrés hídrico experimentado durante el trasplante; siendo, además, muy frágiles y susceptibles al daño físico; por lo cual dificulta su manejo.

Las plántulas están listas para ser trasplantadas cuando tienen unos 15-20 cm de altura y 3-5 hojas. En ese momento, los cotiledones presentan signos de senescencia. Dependiendo de las condiciones climáticas prevalecientes, el trasplante se realiza a las 3-4 semanas después de la siembra.

Las plántulas deben ser extraídas cuidadosamente del terreno con la ayuda de una lampa o algún otro implemento adecuado que permita aflojar el suelo, minimizando el daño ocasionado durante esta operación. Una vez extraídas, se escogen las plántulas más vigorosas y sanas, eliminando el resto. Hay que evitar el trasplante de plántulas con "brotes ciegos"; es decir, aquellas en que el meristema terminal ha sido dañado por el ataque de *Hellula phidilealis*. Es conveniente desinfectar las raíces con algún fungicida en base a benomyl. Mantener las plántulas bajo sombra en todo momento para evitar su deshidratación.

SELECCION Y PREPARACION DEL CAMPO PARA TRASPLANTE

El trasplante da inicio a la etapa de desarrollo del cultivo en campo definitivo. Por esta razón, el terreno debe ser adecuadamente preparado lo cual incluye las labores de aradura, gradeo, nivelación, surcado y riego de enseño. Asimismo, se debe considerar la aplicación de 20-30 toneladas de estiércol, el cual puede ser incorporado al suelo mediante la labor de aradura o aplicado en hilera al fondo del surco y tapado con la cultivadora, durante el cambio de surco.

Para evitar posibles problemas ocasionados por patógenos del suelo no es recomendable realizar siembras repetidas de brócoli en el mismo campo o en campos donde se hayan sembrado cultivos relacionados con esta hortaliza (col, coliflor, col de Bruselas, nabo, rabanito). Rotaciones con cultivos como cereales, maíz, algodón, menestras y otras hortalizas, son convenientes.

TRASPLANTE

Esta operación se realiza en terreno previamente humedecido con un riego de enseño que se hace el día anterior o el mismo día del trasplante. El trasplante se realiza en coordinación con las labores de preparación y extracción de las

plántulas para evitar que éstas permanezcan mucho tiempo fuera del suelo.

Los trasplantadores colocan con cuidado las plántulas a lo largo de los surcos previamente trazados a la distancia necesaria. El trasplante se hace a la altura de la línea de humedad del riego sobre la costilla o costado del camellón o lomo. Es necesario asegurar un contacto estrecho de la planta con el suelo para su normal humedecimiento y enraizamiento, por lo que se debe presionar suficientemente el terreno sobre el costado de la plántula recién trasplantada. Hay que evitar en todo momento el daño físico que se puede ocasionar a las plántulas debido a su frágil estructura.

Finalizado el trasplante se realiza un primer riego, el cual se repite en los días siguientes con la frecuencia necesaria para mantener el terreno húmedo hasta que las plántulas hayan "prendido", procediéndose al "recalce" o sustitución de las plántulas que no prendieron durante el trasplante. Luego de esto, los riegos se distancian progresivamente.

DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA Y POBLACION DE PLANTAS

Los aspectos relacionados con el distanciamiento entre surcos, entre hileras de siembra y entre plantas en la hilera de siembra, conjuntamente con los distintos arreglos y formas de distribución de las plantas en el terreno (surco simple, surco mellizo, tresbolillo), constituyen factores decisivos en relación al rendimiento y calidad del brócoli. En nuestro medio, este cultivo se conduce con poblaciones de 28 000 a más de 50 000 plantas por hectárea.

El peso de las inflorescencias primarias y secundarias disminuye conforme se aumenta la población de plantas por unidad de área, en tanto que el rendimiento total se incrementa hasta un cierto límite y se mantiene debido al mayor número de plantas (Cuadros 2 y 3). La decisión final

sobre los distanciamientos de siembra y población de plantas óptimas dependerá, además, de una serie de otras consideraciones entre las que cabe mencionar el hábito de crecimiento del cultivar, el mercado de destino y la incidencia de problemas fitopatológicos; además de la disponibilidad de maquinaria para el cambio de surco. Para cada situación particular, dicha decisión de siembra lleva implícita un componente de conocimiento y experiencia personal por parte del agricultor en relación a las condiciones de su medio y posible comportamiento del cultivo.

Cuadro 2 Efecto de la Densidad de Siembra del Brócoli cv. 'Pirate' sobre el Rendimiento y Características de Inflorescencias Primarias

Población y Disposición		Rendimiento (t/ha)	Peso Fresco (g)	Diámetro (g)
(pltas/ha)	(m x m)			
20 000	1,0 x 0,5	9,5	513	16,2
25 000	0,8 x 0,5	11,1	466	15,3
25 000	1,0 x 0,4	9,9	476	15,0
31 300	0,8 x 0,4	10,3	420	14,9
33 300	0,6 x 0,5	11,5	373	14,2
33 300	1,0 x 0,3	12,4	444	15,3
41 700	0,6 x 0,4	15,1	384	15,1
41 700	0,8 x 0,3	13,9	370	14,4
55 600	0,6 x 0,3	13,5	272	13,1

Adaptado de: Krarup (1992)

Cuadro 3 Efecto de la Densidad de Siembra del Brócoli sobre algunas Características del Cultivo

Inflorescencia y Características	Densidad de Siembra (plantas/ha)			
	35 000	70 000	190 000	430 000
Inflorescencia Principal				
Rendimiento (t/ha)	7,2	8,4	7,5	7,5
Peso (g)	217	130	47	17
Diámetro (cm)	11	9,4	6,8	5,1
Diámetro del tallo (cm)	3,6	2,9	1,9	1,2
Inflorescencia Secundaria				
Rendimiento (t/ha)	2,9	3,5	5,0	4
Peso (g)	11	8	7	4
Número/planta	8	6,6	4,3	2,7

Adaptado de: Thompson y Taylor (1976)

En nuestro medio, la siembra tradicional del brócoli se hace en surcos simples espaciados a 0,7 m, con una sola hilera de plantas por surco y un distanciamiento de 0,5 m entre plantas en la hilera de siembra. Esto da una población de 28 571 plantas/ha. El marcado desarrollo de la agroindustria de exportación de brócoli observado durante los últimos años en los valles de Chíncha y Cañete, principalmente, ha significado un cambio hacia la tendencia de siembras de alta densidad con poblaciones que, en ciertos casos, superan las 50 000 plantas/ha. Un ejemplo de esto lo tenemos en las siembras hechas con doble hilera en surcos distanciados 1 m y 0,35 m entre plantas en la hilera (57 143 plantas/ha). Sin embargo, la ocurrencia de serios problemas de pudrición de cabezas, principalmente en zonas y épocas de siembra con alta humedad relativa, ha hecho que el agricultor reduzca drásticamente la densidad de siembra.

Otro factor importante a considerar respecto a la densidad de siembra del brócoli lo constituye el mercado y el sistema de comercialización de destino. Así, por ejemplo, en el brócoli para fresco las cabezas deben tener un cierto tamaño, según el

tipo de consumidor; mientras que en el caso de la agroindustria es más importante la calidad de los floretes individuales. Asimismo, hay que considerar si la venta será hecha por unidad o por peso.

ABONAMIENTO Y FERTILIZACION

ASPECTOS GENERALES

Un adecuado abastecimiento de nutrientes es indispensable para lograr una buena cosecha de calidad exportable. En tal sentido, la determinación de la dosis de fertilización más conveniente para el cultivo debe basarse en los resultados de un análisis de suelo.

El Cuadro 4 muestra los valores de extracción total de nitrógeno (559 kg/ha), fósforo (23 kg/ha) y potasio (723 kg/ha) por un cultivo de brócoli con un rendimiento de 32 300 kg/ha. Se observa que el cultivo requiere extraer cantidades altas de nitrógeno y potasio; en tanto que, la extracción de fósforo es baja. Aproximadamente, el 80 % del total de nutrientes extraídos queda en el campo en forma de rastrojo conformado por los restos de tallos, hojas y raíces. Este rastrojo constituye una importante fuente de materia orgánica, razón por la cual debe ser incorporado al suelo mediante la aradura.

26

Cuadro 4 Extracción de N, P y K por Brócoli cv. 'Medium Late 423

Parte de la Planta	Peso Fresco t/ha	Peso Seco t/ha	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
Hojas	72,2	8,8	373	12	335
Tallos	37,1	3,5	110	5	202
Inflorescencias	32,3	3,2	57	4	147
Raíces	6,8	1,3	19	2	39
TOTAL	148,4	16,8	559	23	723

Adaptado de: Magnifico *et al* (1976)

DOSIS DE FERTILIZACION

La literatura correspondiente a dosis de fertilización recomendadas indica valores de 100-120 kg de N/ha y 50-80 kg de P₂O₅/ha; mientras que el potasio sólo debe aplicarse en caso de necesidad comprobada. En nuestro medio se recomienda dosis referenciales de 80-120 kg de N/ha, 60 kg de P₂O₅/ha y 60 kg de K₂O/ha, para suelos pobres. En el caso de sembrarse el brócoli en suelos de fertilidad media y en rotación con otros cultivos intensamente fertilizados, basta con aplicar 80-120 kg de N/ha.

El Cuadro 5 muestra el efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad del brócoli obteniéndose, para el caso puntual de dicho experimento, los mejores resultados con la dosis de 100 kg de N/ha.

Cuadro 5 Producción de Brócoli con Cuatro Niveles de Nitrógeno

Dosis de N u/ha	Rendimiento t/ha	Porcentaje de Inflorescencias		
		Extra	Primera	Segunda
0	9,08	4,1	24,6	30,1
50	10,99	5,5	31,9	30,5
100	13,02	14,8	46,9	19,7
150	13,32	11,7	45,4	22,1

Adaptado de: Universidad Católica - CORFO (1986)

FORMA DE APLICACION DEL FERTILIZANTE

Aplicar todo el fósforo y potasio y un tercio del nitrógeno antes del trasplante o inmediatamente después de éste. La mezcla de fertilizante se debe enterrar a unos 10 cm hacia un lado de la planta y a 10 cm de profundidad, cuando la

aplicación se realiza luego del trasplante. Si la aplicación se hace previa al trasplante, se puede incorporar la dosis inicial de fertilizante durante la preparación del terreno o localizarlo en banda, unos 10 cm al lado de la línea de siembra y a 10 cm de profundidad. Debe evitarse en todo momento el contacto directo del fertilizante con la plántula, lo que puede ocasionar quemaduras.

El resto de nitrógeno se aplica en coordinación con las labores de cultivo y cambio de surco, colocando el fertilizante al fondo del surco inmediatamente antes de la labor de cultivo que realiza el tractor con puntas o flechas, terminando de enterrar el fertilizante con la tierra que agrega sobre esa zona el cajón surcador al momento de alejar el surco de riego de su posición original.

RIEGO

La demanda de agua aumenta conforme progresa el cultivo, llegando a su máximo durante la etapa en que la planta presenta máxima área foliar y las inflorescencias están en pleno desarrollo. En zonas secas y cálidas el gasto de agua será mayor que en zonas más húmedas y de menor temperatura. Asimismo, la cantidad de agua aplicada al cultivo dependerá de las características del suelo y de la eficiencia del sistema de riego utilizado. En promedio, se estima que el gasto total de agua para un cultivo de brócoli en condiciones de invierno en la costa central, con riego por gravedad, es de 3 500-4 000 m³/ha, aproximadamente.

El riego se hace por surcos, entre hileras de plantas, evitando el contacto directo del agua con el pie de planta. Al inicio, los riegos son más frecuentes y ligeros y se hacen en un surco pegado a la línea de siembra. Posteriormente, cuando las plantas crecen, se aleja el surco de la hilera de siembra, realizando riegos más distanciados y prolongados.

En todo momento debe tenerse en cuenta la importancia de humedecer la zona del suelo donde se concentra la mayor parte de las raíces del cultivo que, como se ha mencionado, es más bien superficial. En la práctica, la frecuencia de riego varía entre 5 y 12 días.

CONTROL DE MALEZAS

Las malezas compiten con el brócoli por luz, agua, nutrientes y espacio físico, además de actuar como hospederas de distintas plagas y patógenos. Su presencia dificulta también la realización de las labores culturales. Por estas razones, es indispensable diseñar un programa de control adecuado de manera de asegurar la eliminación de las malezas del campo.

Una aplicación de Oxyfluorfen, 0,75 l/ha, pre-trasplante al cultivo ejerce un buen control durante las primeras 2-3 semanas, en campos infestados por malezas de hoja ancha. La aplicación del herbicida puede ser hecha el día anterior al trasplante o, incluso, el día de la ejecución de éste, en suelo húmedo, antes de colocar las plántulas en el campo definitivo.

Al momento del cambio de surco, labor que se realiza aproximadamente a los 25 días luego del trasplante con la finalidad de alejar el surco de riego del pie de planta, se realiza un segundo control de malezas. Este consiste en la eliminación de las malezas que han desarrollado en el fondo del surco, mediante la labor de cultivo que se hace con una punta o flecha colocada en el tractor. También, se puede aplicar Oxyfluorfen, 0,75 l/ha, dirigido al fondo del surco. Las malezas entre plantas en la hilera se controlan manualmente con el uso de escardas o lampas.

A partir de este momento el brócoli empieza una etapa de crecimiento acelerado, logrando una cobertura casi total del área disponible; esto hace que el cultivo compita exitosamente con las malezas durante esta última etapa. Ocasionalmente

puede ser necesario eliminar manualmente algunas malezas que crecen aisladamente. En caso necesario se puede aplicar nuevamente Oxyfluoren, a la dosis indicada anteriormente, dirigido al fondo del surco y cuidando que el producto no entre en contacto con las plantas de brócoli porque las quema.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

A continuación se mencionan las principales plagas y enfermedades que afectan al brócoli en nuestro medio.

- Gusano de tierra (larvas de noctuidos).
- Barrenador de brotes (*Hellula phidilealis*).
- Pulgón (*Brevicoryne brassicae*; *Myzus persicae*).
- Comedores de hoja (*Plutella xylostella*; *Pseudoplusia includens*; *Leptophobia aripa-deserta*).
- Mildiú (*Peronospora parasitica*).

El control de las plagas y enfermedades del brócoli debe realizarse observando rigurosamente las restricciones vigentes en los mercados internacionales respecto al uso de pesticidas (Cuadros 6 y 7). Para cada caso específico debe plantearse una estrategia de control integrado. El diseño del programa de control fitosanitario así como su ejecución deben estar a cargo de un profesional especialista para evitar problemas de rechazos de lotes de producto de exportación por motivos cuarentenarios o de residuos pesticidas.

Cuadro 6 Registro y Tolerancia de Pesticidas en Brócoli Destinado a los Estados Unidos

Producto Técnico	Tolerancia (ppm)
Arsenato de calcio	3,5
Azinphos methyl	2,0
Benomyl	0,2
Bromuro de metilo	25,0
Captan	2,0
Carbaryl	10,0
CDEC	0,2
Chorothalonil	5,0
Demeton	0,75
Dibromuro etileno	75,0
Dimethoate	2,0
Disulfoton	0,75
Endosulfan	2,0
Fenvalerate	2,0
Ferbam	7,0
Fluorine compuestos	7,0
Iprodine	25,0
Lindano	1,0
Maneb	10,0

Producto Técnico	Tolerancia (ppm)
Metalaxyl	2,0
Metamidophos	1,0
Methomyl	3,0
Methoxychlor	14,0
Mevinphos	1,0
Naled	1,0
Nicotine	2,0
Nitralin	0,1
Oxydemethon methyl	1,0
Oxyfluorfen	0,05
Paraquat	0,05
Parathion	1,0
PCNB	0,1
Permethrin	1,0
Perthane	15,0
Phosphamidon	0,5
Toxaphene	7,0
Zineb	7,0
Ziramb	7,0

Adaptado de: Fundación Chile (1991)

**Cuadro 7 Registro y Tolerancia de Pesticidas en Brócoli
Destinado a la Comunidad Económica Europea**

Producto Técnico	Tolerancia (ppm)
2, 4, 5 – T	0,05
Amitrole	0,05
Atrazine	0,1
Azinphos ethyl	0,05
Azinphos metyl	0,5
Binapacryl	0,3
Bromophos ethyl	0,5
Bromopropylate	1
Bromuro de metilo	0,1
Captafol	0,05
Carbaryl	1
Chinomethionato	0,3
Chlorbenside	2
Chlorbenzilate	2
Chlorfenson	1,5
Chlorfenvinphos	0,1
Chlormequat	0,05
Chloroxuron	0,2
Cipermetrina	0,2
Diazinon	0,5
Dibromide ethylene	0,01
Dichlofluaniid	5
Dichlorprop	0,05
Dichlorvos	0,1
Dicofol	0,5
Dimethoate	1
Dinoseb	0,05
Dioxathion	0,2
Diquat	0,1
Dodine	0,2

Producto Técnico	Tolerancia (ppm)
Endosulfan	1
Endrín	0,01
Ethión	0,1
Fechlorphos	0,01
Fenitrothion	0,5
Fentin	0,05
Folpet	0,1
Fonofós	0,1
Formothion	0,1
Grupo barbam, choir- propharm y chlorbufam	0,5
Grupo diallate, triallate	0,1
Hidracida maleica	1
Heptacloro	0,01
Lindane (gamma-HCH)	1
Malathion, Malaoxon	3
Methyl, Parathion	0,2
Methoxychlor	10
Mevinphos	0,1
Omethoate	0,2
Oxydemeton Methyl	0,4 (calculado como Demeton-S- Methyl sulphone)
Paraquat	0,05
Parathion, Paraoxon	0,5
Phosphamidon	0,15
Propoxur	3
Pyretrinas	1
TEPP	0,01
Thiram	3
Toxaphene	0,4
Trichlorfon	0,5
Vamidothion	0,05

DESORDENES FISIOLÓGICOS

El brócoli sufre alteraciones fisiológicas, llamadas desórdenes fisiológicos, por exposición de esta hortaliza a condiciones anómalas de factores abióticos entre los que cabe destacar temperaturas extremas, deficiencias o excesos de fertilización y riego; así como, problemas de drenaje y excesiva densidad de siembra, entre otros. Estos desórdenes fisiológicos afectan el ritmo de crecimiento del cultivo dando como consecuencia una reducción en el rendimiento y calidad de producto. Los desórdenes fisiológicos de mayor incidencia en nuestro medio son el "abotonamiento" y el "tallo hueco".

ABOTONAMIENTO

El "abotonamiento" o producción de plantas enanas con formación prematura de cabezas principales de tamaño pequeño y sin ningún valor comercial, es favorecido por cualquier condición que tienda a limitar el normal ritmo de crecimiento del cultivo, tales como almacenado por debajo de 12 °C, deficiencia de nitrógeno, riego inadecuado, mal drenaje, excesiva densidad de siembra en almácigo y trasplante tardío. La mejor manera de reducir la incidencia de "abotonamiento" es evitando las situaciones adversas mencionadas.

TALLO HUECO

En este caso, el tallo de la planta y su continuación en la base de la inflorescencia son huecos. Este problema está relacionado con exceso de nitrógeno y también con deficiencia de boro. La deficiencia de boro causa, además, decoloración de los tejidos internos del tallo, deformación de la inflorescencia y necrosificación de las flores más centrales. También, se observa una mayor incidencia de tallos huecos en campos en los que se aplica riegos prolongados luego de un

período de escasez de agua ("golpe de agua"), cuando esta situación coincide con la etapa de rápido desarrollo de la inflorescencia.

COSECHA

EPOCA DE COSECHA

La cosecha del brócoli en nuestro medio se realiza de Mayo a Diciembre, principalmente. Sin embargo, el cultivar 'Packman' puede ser cosechado en la época de más calor (Enero-Abril).

TIEMPO A LA COSECHA

El tiempo que transcurre desde el trasplante hasta el inicio de la cosecha depende del cultivar y de la época de siembra. Los principales cultivares utilizados en nuestro medio maduran a los 50-60 días luego del trasplante. El cultivar 'Packman' es precoz; mientras que el 'Pirate' es tardío.

34

MOMENTO DE COSECHA E INDICES DE MADUREZ

El brócoli se cosecha cuando la inflorescencia alcanza su máximo tamaño, es compacta y las flores individuales no han abierto. El color de la cabeza debe ser verde, con una tonalidad púrpura en ciertos cultivares. La presencia de color amarillento en las inflorescencias es un indicador de sobremadurez y senescencia y, por lo tanto, indeseable. El peso de las cabezas varía desde unos pocos gramos en el caso de las cabezas secundarias hasta aproximadamente un kilogramo para las cabezas principales de ciertos cultivares híbridos. El diámetro de las cabezas principales varía entre 14-20 cm. Tradicionalmente se ha considerado que las cabezas con diámetros mayores de 15 cm indican sobremadurez del producto; sin embargo, en la actualidad, diversos cultivares híbridos producen inflorescencias que exceden ese tamaño.

Otros factores que influyen en el peso y tamaño de las cabezas, además del cultivar, son la época de siembra, población de plantas y condiciones generales de manejo del cultivo.

PERIODO Y FRECUENCIA DE COSECHA

Una hectárea de brócoli se cosecha durante 2-3 semanas, aproximadamente; dependiendo del tipo de la cosecha puede ser: cabezas principales o cabezas laterales.

El campo se recorre con una frecuencia de 3-4 días para minimizar las mermas por sobre-madurez. Primero se cosechan las inflorescencias principales y luego las laterales, que se forman posteriormente.

PROCEDIMIENTO DE COSECHA

La cosecha se realiza manualmente, cortando las inflorescencias con un cuchillo, según los requisitos del mercado de destino. Así, por ejemplo, para el mercado fresco de los Estados Unidos el rango de longitud del tallo debe ser 15,24 cm a 21,59 cm para el brócoli clasificado como US Fancy o de 12,7 cm a 22,86 cm para la categoría US No. 1. El grado US No. 2 no especifica requerimiento alguno respecto al largo del tallo, pero éste puede ser especificado para cualquier lote.

En el caso de cosechar inflorescencias para la industria de congelado, las cabezas son cortadas prácticamente sin tallo. El exceso del tallo es descontado como merma, del total entregado por el agricultor a la fábrica. En las cosechas realizadas en Chíncha, el nivel de merma por ese concepto no llega al 10 %, en promedio.

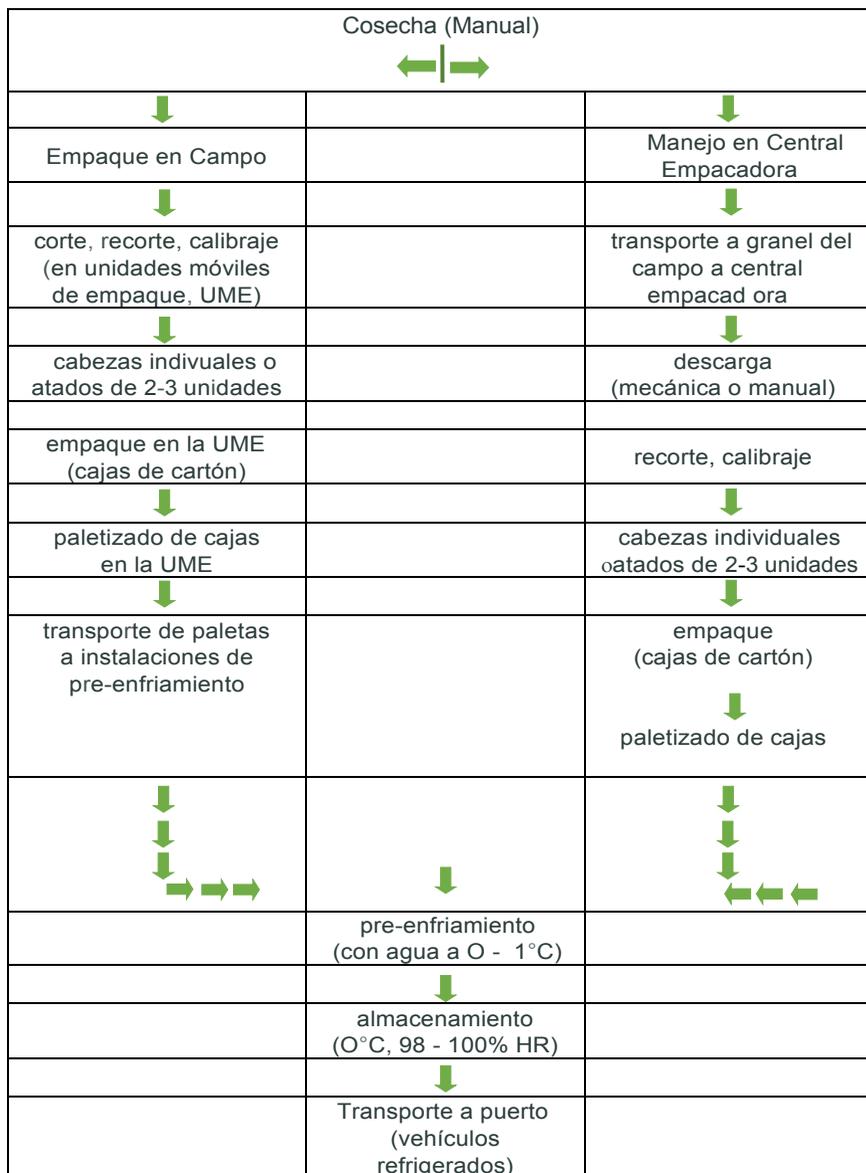
Los cosechadores se encargan de identificar y seleccionar las inflorescencias que están listas para ser cosechadas, cortando el tallo con un cuchillo; luego de lo cual se eliminan las hojas basales, colocando después el producto en cajas cosecheras plásticas. Toda la operación debe realizarse con delicadeza y cuidado, de manera de no dañar el producto.

Las inflorescencias directamente expuestas a la radiación solar pueden calentarse varios grados por encima de la temperatura del aire. Por esta razón es recomendable cosechar temprano en el día aprovechando las horas de menos calor y máxima humedad relativa del ambiente. El brócoli cosechado debe colocarse inmediatamente bajo sombra o trasladarse al centro de empaque para evitar el calentamiento excesivo y deterioro del producto cosechado.

MANEJO POSTCOSECHA

El brócoli es una hortaliza muy perecible, requiriendo de un manejo postcosecha adecuado para mantener la calidad del producto. A continuación se describe la tecnología de postcosecha desarrollada para esta hortaliza en los Estados Unidos, cuyo resumen se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 8 Cosecha y Postcosecha de Brócoli



Adaptación de : Kasmire and Cantwell (1992)

EMPAQUE

Esta hortaliza puede ser empacada en el campo o en una central o planta de empaque. El empaque en campo generalmente se aplica en condiciones de grandes extensiones de cultivo y ofrece las siguientes ventajas comparativas en relación a la operación realizada en planta:

- Requiere de una menor inversión de capital.
- Ahorro de tiempo y energía en transporte y eliminación de desechos (hojas y exceso de tallos dejados en el campo).
- Menos manejo del producto, lo cual reduce las pérdidas, maximizando el rendimiento comercial.

Las inflorescencias laterales destinadas para consumo fresco se juntan en atados de 2-3 unidades que conforman un volumen similar al de una cabeza principal. Para amarrar los atados de brócoli se usan cintas elásticas, amarres de alambre plastificado o anillos plásticos.

De 14 a 18 cabezas individuales o atados se acomodan en una caja de cartón encerrado de 10 kg netos. Las inflorescencias individuales y los atados de brócoli para consumo fresco pueden envolverse con plástico autoadherente, lo cual contribuye a su mejor mantenimiento mediante la conservación de la humedad producto y la protección física que le proporciona la envoltura plástica.

En los lados exteriores del empaque debe incluirse información relacionada con la identificación del producto (conteo, cultivar, peso, grado), marca comercial, nombre y dirección del exportador. Se sugiere utilizar letras de por lo menos 2,5 cm de altura para indicar el conteo y el cultivar y de 1,25 cm para el origen, peso y grado.

En nuestro medio, el brócoli fresco se comercializa en cantidades limitadas y solamente en el mercado interno. En este caso, el manejo postcosecha es deficiente; debido principalmente, al uso de personal no entrenado para la cosecha, trato inadecuado del producto, exposición excesiva del producto al sol, uso incorrecto de la temperatura y humedad relativa de almacenamiento; transporte inadecuado y empaques inapropiados. Si bien no existen estadísticas al respecto, las mermas del producto en estas condiciones se estiman en 30-40 %.

ENFRIAMIENTO RAPIDO

El brócoli es una hortaliza que tiene un alto ritmo respiratorio, por lo cual es absolutamente esencial enfriarla rápidamente para eliminar el calor de campo y evitar su rápido deterioro. Las inflorescencias deben ser enfriadas lo más cerca posible a 0 °C, a la brevedad posible, luego de la cosecha. Cualquiera de los siguientes métodos es eficiente en remover el calor de campo de esta hortaliza: hidrogenfriamiento, al vacío, hidrogenvacío, empaque con hielo picado o hielo semi-líquido.

Por razones técnicas y económicas, el hidrogenfriamiento es el método más utilizado en nuestro medio en que la totalidad del brócoli para exportación se maneja en plantas de procesamiento IQF. El brócoli fresco comercializado en el mercado interno no recibe ningún tratamiento de enfriamiento rápido. El agua para enfriamiento debe contener 100-200 ppm de cloro para evitar pudriciones ocasionadas por patógenos. Asimismo, el hielo semi-líquido puede agregarse fácilmente en el empaque; siendo este método muy útil para el caso de empaque en campo. El producto no se daña por el contacto directo de éste con el hielo. En cualquier caso el material de empaque debe ser resistente al agua.

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Debido a su alta perecibilidad, el brócoli al estado fresco se almacena sólo por períodos breves. Las inflorescencias pueden conservarse en buenas condiciones durante 10 a 14 días, a 0 °C y 95-100 % de humedad relativa. El calor generado por el brócoli a 0°C es de 4100-4700 Btu/t-día. El almacenamiento por más de dos semanas no es recomendable porque se acentúan el amarillamiento de las cabezas y el ablandamiento de los tejidos. Además, se produce la caída de flores individuales. El brócoli congelado puede conservarse por tiempo indefinido a una temperatura de -18 a-20 °C.

A temperaturas menores que -0,6 °C, el brócoli fresco sufre daño por congelamiento, lo cual ocasiona la pérdida total de las inflorescencias. Luego del descongelamiento, los tejidos afectados se tornan marrones produciéndose olores desagradables. Los floretes más inmaduros, localizados en el centro de la cabeza, son los más sensibles al daño por congelamiento.

40

Una buena circulación de aire en el almacén y un adecuado espaciamiento entre las cajas y pallets son indispensables para evitar el calentamiento del producto fresco. Además, un ambiente ventilado evita la acumulación excesiva de etileno, cuya presencia en almacén ocasiona el deterioro de esta hortaliza.

El manejo postcosecha y almacenamiento del brócoli deben hacerse en condiciones de máxima higiene, para evitar las pudriciones ocasionadas por hongos y bacterias.

Las mismas condiciones de temperatura, humedad relativa, ventilación e higiene, mencionadas para el almacenamiento del brócoli, se aplican durante el transporte del producto al mercado. Para tal efecto debe disponerse de vehículos refrigerados, debidamente equipados.

ATMOSFERAS CONTROLADAS/MODIFICADAS

El uso de atmósferas con 10 % CO₂ y 1 % O₂ puede prolongar la conservación del brócoli, a 5 °C. Niveles mayores de CO₂ o menores de O₂ pueden ocasionar olor y sabor desagradables en el producto.

El uso de plástico autoadhesivo para envolver las inflorescencias contribuye a la mejor conservación del producto. Este efecto se logra, principalmente, mediante el mantenimiento de un ambiente con alta humedad relativa alrededor del producto lo cual contribuye a reducir la pérdida de agua de éste. Estas cubiertas plásticas deben ser perforadas o lo suficientemente permeables para permitir un adecuado intercambio de gases respiratorios (O₂ y CO₂); caso contrario, el producto se deteriora.

CARGAS MIXTAS

41

Debido a su gran sensibilidad al etileno el brócoli no debe almacenarse conjuntamente con productos generadores de este gas, como es el caso de los frutos climatéricos (Cuadro 9). El etileno acelera la senescencia y deterioro de las inflorescencias. Una lista de productos que pueden ser almacenados conjuntamente con el brócoli se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 9 Frutos Climatéricos Incompatibles con el Almacenamiento del Brócoli

Tomate	Higo
Melón	Mango
Manzana	Papaya
Albaricoque	Melocotón
Palta	Pera
Plátano	Ciruela
Chirimoya	

Cuadro 10 Frutas y Hortalizas Compatibles con el Almacenamiento del Brócoli

Alcachofa	Espinaca
Amaranto	Granada
Anís	Frijolito chino
Apio	Hongos
Arveja china	Kiwi
Arveja	Lechuga
Betarraga	Maíz choclo
Bok Choy	Nabo
Berro	Pastinaca
Cebollas verdes	Perejil
Celeriac	Poro
Cereza	Rabanito
Col	Raddichio
Col de bruselas	Ruibarbo
Coliflor	Rutabaga
Colinabo	Salsiff
Endivia	Uvas (sin dióxido de azufre)
Escarola	Zanahoria
Espárrago	

Adaptado de: McGregor (1987)

COSTOS DE PRODUCCION

La información de costos de producción presentada en el Cuadro 11 se ha preparado para las condiciones de producción de Chinchá, sobre la base de un rendimiento de 10 t/ha. Aproximadamente una persona cosecha unos 300 kg de brócoli por jornal. Si bien los mencionados costos varían de una región a otra, la estructura de los mismos puede considerarse como una base referencial para otras situaciones.

Según el Cuadro 11, el costo total de producción por hectárea de brócoli es de US\$ 2 152 lo que, para un rendimiento de 10 t/ha, significa un valor de US\$ 0,21/kg de brócoli en chacra. El costo del kilogramo de brócoli en chacra constituye la base para cualquier análisis económico y de rentabilidad del cultivo.

**Cuadro 11 Brócoli: Costos de Producción por Hectárea
Datos en US\$**

Actividad/Recursos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Preparación de Suelo				
Maquinaria	H/M	8,00	20,00	160,00
Mano de obra	Jornal	12,00	3,50	42,00
Sub-Total				202,00
Siembra				
Semilla	kg	0,15	1 000,00	150,00
Almácigo	Jornal	6,00	3,50	21,00
Trasplante	Jornal	12,00	3,50	42,00
Recalce	Jornal	2,00	3,50	7,00
Sub-Total				220,00
Abonamiento				
Urea	kg	330,00	0,31	102,30
Superfosfato Triple	kg	130,00	0,32	41,60
Sulfato de Potasio	kg	120,00	0,47	56,40
Estiércol	t	20,00	13,50	270,00
Mano de Obra	Jornal	4,00	3,50	14,00
Sub-Total				484,30
Control Sanitario				
Pesticidas liq.	l	3,00	40,00	120,00
Herbicidas	l	1,00	50,00	50,00
Adherentes	l	0,50	8,80	4,40
Mano de Obra	Jornal	10,00	3,50	35,00
Sub-Total				209,40
Labores Culturales				
Mano de Obra	Jornal	10,00	3,50	35,00
Maquinaria	H/M	4,00	20,00	80,00
Sub-Total				115,00
Riego				
Mano de Obra	Jornal	6,00	3,50	21,00
Agua bombeo				30,00
Sub-Total				51,00
Cosecha				
Mano de Obra	Jornal	30,00	3,50	105,00
Transporte Interno	Jornal	6,00	3,50	21,00
Per.env.cosecha	Cajas	5,00	8,00	40,00
Sub-Total				166,00
Costo Directo				1 447,70
Imprevistos (10 %)				144,80
Gastos Administrativos (10 %)				144,80
Gastos Financiero (5 %)				72,40
B. y L. SOC. (98 Jornales)				343,00
Costo Total (\$)				2 152,70

DATOS BASICOS DEL CULTIVO DE BROCOLI

Nombre Científico	: <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> Plenck
Familia	: Cruciferae
Centro de Origen	: Asia Menor
Zonas de Producción	: Lima, Huaral, Chincha, Cañete
Época de Siembra	: Invierno y primavera. Siembra de verano es posible con cultivares adaptados a condiciones de alta temperatura
Clima	: Templado Temperatura óptima: 15-18 °C Afectado por temperaturas altas Ligeramente tolerante a heladas
Ciclo de Vida Cultivares	: Anual 'Pyrate' 'Packman' 'Shogun' 'Green Duke' 'Citation' 'Viking'
Tipo de Siembra	: Trasplante
Cantidad de Semilla	: 0,10-0,30 kg en almácigo para una hectárea de trasplante
Suelos	: De preferencia fértiles y ricos en materia orgánica Medianamente tolerante a la salinidad Ligeramente tolerante a la acidez
Abonamiento y Fertilización	: 20-30 t de materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas al cambio de surco. Dosis referencial: 140-60-60

Forma de aplicación: todo el P y K y 1/3 del N pre-trasplante o inmediatamente luego de éste; 2/3 de N al cambio de surco

Riegos : Frecuentes y ligeros al inicio del cultivo
Distanciados y prolongados luego del cambio de surco

Distanciamiento : a) Entre surcos : 0,7 m
Entre plantas : 0,5 m
Una hilera de plantas por surco
Población : 28 571 plantas/ha

b) Entre surcos : 1 m
Entre plantas : 0,35 m
Doble hilera de plantas por surco
Población : 57 143 plantas/ha

Control de Malezas : Oxyfluorfen : 0,75 l/ha pre-trasplante
postrasplante dirigido al fondo del surco
Metazaclor : 3 l/ha premergente al cultivo

45

Plagas : Gusanos de tierra (larvas de noctuidos)
Barrenador de brotes (*Hellula phidilealis*)
Pulgón (*Brevicorine brassicae*; *Myzus persicae*)
Comedores de hoja (*Plutella xylostella*,
Pseudoplusia includens, *Leptophobia aripa-deserta*)

Enfermedades : Mildiú (*Peronospora parasitica*)

Parte Comestible : Inflorescencia inmadura

Período de Cosecha : Inicio : a los 45-60 días luego del trasplante
Duración : 2-3 semanas

Momento de Cosecha : Inflorescencia de tamaño máximo,
compacta; flores cerradas

Rendimiento	: 10 000-15 000 kg/ha
Envase	: Cajas cosecheras plásticas
Enfriamiento Rápido	: Agua helada a 0-1 °C Hielo de contacto dentro del empaque
Conservación	: En fresco : 10-14 días a 0 °C y 98-100 % H.R.; empacado en bolsas plásticas perforadas favorece conservación Congelado : por tiempo indefinido de -18 a -22 °C.
Utilización	: Fresco : ensaladas, guisos, pasteles Industria : congelado IQF; encurtido

MERCADO INTERNACIONAL DEL BROCOLI

CRITERIOS Y NORMAS DE CALIDAD

46

Los criterios de calidad para el brócoli incluyen los siguientes:

- Diámetro, color y compactación de la cabeza.
- Diámetro y longitud del tallo.
- Incidencia de daños por deterioro, sobremaduración, congelamiento, marchitez, sanidad, insectos y daño físico.

En el Cuadro 12 se transcribe el resumen de las normas de calidad americanas para el brócoli fresco refrigerado, publicado por la Fundación Chile (1991). En éste resumen el término pan equivale al de cabeza, en relación a la parte comestible del brócoli.

Cuadro 12 Normas de Calidad de Brócoli. US Standars (Extracto)

Grados	Exigencias	Tolerancias	Aplicación de Tolerancias
US Francy	<p>Consiste en panes de brócoli que de ben estar libres de descomposición y de daños causados por sobre maduración, descoloración de los panes u hojas, congelamiento, marchitez, suciedad, insectos, daños mecánicos u otros daños.</p> <p>Cada pan debe ser compacto. Cada tallo debe ser cortado en la base de forma neta y cuidadosa.- El diámetro de cada tallo deberá ser no menor de 6,35cm. El largo de cada tallo deberá ser no menor de 15,24 cm y no mayor de 21,59 cm.</p>	<p>Para defectos: 10 % para panes de cualquier lote, los cuales no cumplen con los requerimientos especificados para el grado. Incluye en esto no más del 2 % para panes afectados por descomposición.</p> <p>Los porcentajes deben ser determinados sobre la base de contar, excepto cuando los panes no son claramente uniformes en tamaño, porcentajes deberán ser determinados sobre la base del peso.</p> <p>Para tamaño: 10 % por peso, para tallos en cualquier lote que no cumplan con los requerimientos de tamaño de grado especificado para largo y diámetro.</p>	<p>El contenido de paquetes individuales en el lote, basado sobre una muestra, está sujeto a las siguientes limitaciones:</p> <p>a) Para una tolerancia de 10 % o más en paquetes individuales en cualquier lote puede contener no más de 1 1/2 veces la tolerancia especificada, excepto cuando los paquetes contengan 15 panes o menos, los paquetes individuales pueden contener no más del doble de la tolerancia especificada.</p> <p>b) Para una tolerancia de menos de 10 %, paquetes individuales en cualquier lote pueden contener no más del doble de la tolerancia especificada</p>
US No. 1	<p>Consiste en panes de brócoli que de ben estar libres de descomposición y de daños causados por sobre maduración, descoloración de los panes u hojas, congelamiento, marchitez, suciedad u otro material extraño, enfermedad, insectos, daños mecánicos u otros. Cada pan debe ser bastante compacto. Cada pan deberá estar cortado en la base en forma neta y exacta.</p> <p>No hay requerimientos para diámetro pero el diámetro puede ser especificado para cualquier lote como se indica en especificaciones para tamaño. A no ser una especificación distinta, el largo de cada tallo no debe ser menor a 12,7 cm o mayor de 22,86 cm.</p>		

Grados	Exigencias	Tolerancias	Aplicación de Tolerancias
US No.2	<p>Consiste en panes de brócoli que deben estar libres de pudriciones, de daños causados por sobre maduración, insectos y otros daños serios causados por descoloración de los panes u hojas, congelamiento, marchitez, suciedad u otro material extraño, enfermedad o daño mecánico y otra forma de daño. Cada pan debe ser completamente podado o deshojado.</p> <p>No tiene requerimientos para diámetro o largo, pero el tamaño puede ser especificado para cualquier lote en conexión con el grado como se indica en especificaciones de tamaño.</p>		

Adaptado de: Fundación Chile (1991)

Especificaciones para el Tamaño:

El diámetro mínimo o máximo puede ser especificado para un lote o para el total o para cierto porcentaje por peso del lote; por ejemplo 5,08 cm mínimo o 50 %; 8,26 cm o más grande o 75 % y 6,35 cm o más grande.

El término cabeza y pan pueden ser usados para designar tamaño de los tallos en conexión con los grados US No. 1 y US No. 2. Si las cabezas y los tallos están mezclados, el porcentaje por peso de las cabezas contenidas en el lote se puede especificar.

Largo: El largo mínimo o máximo, o ambos, en términos de centímetros puede ser especificado en conexión con los grados US No. 1 ó US No. 2 de acuerdo con los datos; por ejemplo: 17,78 cm de largo mínimo o 16,51 a 21,59 cm de largo.

EL MERCADO DE LOS ESTADOS UNIDOS

Estados Unidos es el mayor consumidor de esta hortaliza en el mundo. El consumo aparente de esta hortaliza en dicho país fue de 727 774 t en el año 1989; correspondiendo 484 339 tal producto en fresco y 243 435 t al brócoli congelado. Esto significa un incremento, durante los últimos 20 años, de más de 10 veces en el consumo aparente del producto fresco y de más de tres veces en el caso del producto congelado. Asimismo, el consumo per cápita de esta hortaliza, aumentó de 1,09 kg /año en 1977 a 3,05 kg/año en 1989.

En 1989 la producción de brócoli fresco en Estados Unidos fue de 487 348 t; en tanto que sus importaciones y exportaciones ascendieron a 12 627 y 15 636 t, respectivamente (Cuadro 13). Según el Cuadro 14, México es el principal abastecedor de brócoli y coliflor de los Estados Unidos (89 % del total) y lo hace durante todo el año con un período de máxima producción entre Setiembre y Marzo. Guatemala es el segundo abastecedor de este mercado con una participación del 8 % del total importado, le sigue Canadá con el 2,5 % de las importaciones americanas. Asimismo, en 1993 el Perú exportó 16 t de brócoli congelado a los Estados Unidos.

Cuadro 13 Estimación del Consumo Aparente de Brócoli Fresco en EE.UU. (Toneladas Métricas)

Año	(P) Producción	(M) Importación	(X) Exportación	Consumo Aparente (P + M - X)
1986	382 929	3 879	21 079	365 729
1987	390 051	10 327	21 486	378 892
1988	454 598	16 350	25 482	445 466
1989	487 348	12 627	15 636	484 339
1990 (1)		10 000		

Fuente: National Agricultural Statistics Service, USDA; Bureau of the Census, U.S. - Department of Commerce; Factus - Annual Supplement; (1) Estimados preliminares

Cuadro 14 Importaciones Totales de Brócoli y Coliflor (Fresco y Congelado) realizadas por los Estados Unidos

País de Origen	Cantidad (t)		Valor (Miles US)	
	1992	1993	1992	1993
México	185 812	169 779	122 409	112 046
Guatemala	15 778	18 695	11 724	12 015
Canadá	5 635	5 176	2 017	1 886
Costa Rica	99	0	15	0
El Salvador	12	40	5	27
Caribe	0	16	10	10
Perú	0	16	0	48
Colombia	4	0	3	0
Reino Unido	28	46	15	21
Holanda	0	76	0	16
Bélgica	0	44	0	23
Francia	4	399	6	246
España	0	395	0	93
Suecia	7	35	11	6
Polonia	13	45	11	25
Turquía	78	12	24	15
Israel	17	0	14	0
Singapur	9	0	6	0
Filipinas	0	6	0	10
Mauritania	35	0	5	0
Sub África	0	138	0	107
Total	207 531	194 918	136 275	126 594

EL MERCADO DE LA COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA (CEE)

No existe información estadística específica sobre la producción y comercio del brócoli en la CEE, sino que ésta se encuentra agregada conjuntamente con la correspondiente a la coliflor (Cuadro 15); esta última hortaliza, de mayor importancia relativa que el brócoli. Valores estimados indican que la producción de brócoli en la CEE es de aproximadamente 150 000 t anuales, de las cuales alrededor de 80 000 t se consumen en fresco y 70 000 t son destinadas a la industria. Una vez procesado, el producto final constituye una oferta de unos 35 000-40 000 t.

Los principales mercados de consumo para esta hortaliza son Alemania, Reino Unido, Dinamarca, Bélgica y los países nórdicos. El mayor abastecedor de la CEE es Italia con aproximadamente 100 000 t anuales de brócoli producidas durante los meses de Noviembre a Mayo, principalmente. La producción italiana de brócoli se destina en partes más o menos iguales para el consumo en fresco y para la industria. El nivel de exportación en ambos casos es de alrededor de 80 %.

La producción estimada de brócoli en España es de 12 000 t anuales, dedicadas mayormente para la exportación. Unas 7 000 t se comercializan en fresco, de las cuales el 80 % son absorbidas por el Reino Unido. La diferencia se dedica a la industria, lográndose una oferta de aproximadamente 3 200 t de producto procesado. La estacionalidad de la producción española se da entre Noviembre y Junio, concentrándose en los períodos comprendidos entre Diciembre - Enero y Abril - Mayo.

No existe información disponible sobre la producción de brócoli en Alemania, pero este país es uno de los principales

mercados consumidores y el principal importador de brócoli congelado (13 229 t en 1990). Sus principales proveedores son Italia, Sudáfrica, España, Guatemala, México y Taiwan.

La producción inglesa fue de 13 700 t en 1989. El período de producción comprende de fines de Mayo a fines de Noviembre. Aparentemente el cultivo es dedicado casi exclusivamente al consumo interno. Este país es un importante mercado para el brócoli con una importación anual de aproximadamente 5 500 t. Lo abastecen Italia, Estados Unidos, Sudáfrica y España.

Holanda muestra un incremento sostenido de su producción de brócoli de 524 t en 1981 a unos 3 500 - 4 000 t en 1988. La cosecha se da entre Mayo y Noviembre. Un 65-70 % de la producción holandesa de esta hortaliza se dedica al mercado interno y el 30-35 % restante se exporta. En 1989, Holanda exportó alrededor de 2 500 t, de los cuales 1 300 t fueron de su propia producción y 1 200 t eran productos de España e Italia, principalmente. Estas exportaciones se destinan mayormente a Alemania, Bélgica, Reino Unido, Dinamarca, Noruega, Suecia y Finlandia.

No se dispone de información precisa sobre la producción de brócoli en Francia, pero se sabe que en 1989 este país produjo 2 761 t de esta hortaliza en la forma congelada.

Cuadro 15 Estimación del Consumo Aparente de Coliflor y Brócoli en la CEE 1988. (Toneladas Métricas)

	(P) Producción	(M) Importación	(X) Exportación	Consumo Aparente (P + M + X)
TOTAL CEE	1 921 000	330 024	336 321	1 884 703
Reino Unido	398 000	59 643	1 246	456 397
Italia	460 000	2 747	102 801	359 946
Francia	568 000	15 310	221 664	361 646
España	248 000	4 061	17 110	234 951
Alemania F.	94 000	160 702	2 510	252 192
Holanda	50 000	52 639	5 673	96 966
Belg./Lux.	61 000	21 830	14 672	68 158
Portugal	18 000	6	51	17 955
Irlanda	13 000	4 514	92	17 422
Dinamarca	11 000	8 572	502	19 070

Fuente: FAO - NIMEXE

OPORTUNIDADES COMERCIALES PARA EL PERU

Las características del mercado y precios mundiales del brócoli constituyen una alternativa interesante para la producción de esta hortaliza en nuestro medio, con fines de exportación. La demanda aparente de brócoli congelado muestra una tendencia ascendente tanto en Estados Unidos como en la CEE; siendo ésta mayor en el primer caso.

Debido a consideraciones de costos esta hortaliza está siendo exportada en la actualidad principalmente al mercado alemán, en la forma de brócoli congelado IQF. Si bien el mercado americano es capaz de captar mayores volúmenes que el de la CEE, el acceso de nuestro brócoli al mismo encuentra una fuerte competencia por parte del producto mexicano debido a una serie de ventajas que presenta este país entre las que destacan su localización geográfica próxima a los Estados Unidos, costos de producción más baratos y preferencias arancelaria.

BIBLIOGRAFIA

- BARTH, M.M.; KERBEL, E.L.; PERRY, A.K.; SCHMIDT, S.J.** 1993a. Modified atmosphere packaging affects ascorbic acid, enzyme activity and market quality of broccoli. *J. Food Science* 58 (1): 140-143.
- BARTH, M.M.; KERBEL, E.L.; BROUSSARD, S.; SCHMIDT, S.J.** 1993B. Modified atmosphere packaging protects market quality in broccoli spears under ambient temperature storage. *J. Food Science* 58 (5): 1070-1072.
- BASTRASH, S.; MAKHLOUF, J.; CASTAIGNE, F.; WILLEMOT, C.** 1993. Optimal controlled atmosphere conditions for storage of broccoli florets. *J. Food Science* 58 (2): 338-341.
- BRAVO, A.** 1986. Monografías Hortícolas. Pontificia Universidad Católica de Chile, CORFO. Santiago, Chile. Brócoli, 59-77.
- CASAS, A.; LANCHO, A.; BORJAS, L.** 1992. Edad de trasplante y su influencia en el rendimiento y calidad de dos cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Anales Científicos* (en impresión).
- CASAS, A.** 1992. El cultivo del brócoli. *Agro Enfoque* 49:24; Lima-Perú.
- CASAS, A.** 1992. Cultivo y densidades de siembra. *Agro Enfoque* 50:15; Lima-Perú.
- CASAS, A.** 1992. Brócoli-fertilización. *Agro Enfoque* 52:22; Lima-Perú.

- CASSERES, E.** 1980. Producción de Hortalizas. Tercera Ed. Editorial IICA, Costa Rica. pp. 165-179.
- CANTWELL, M.** 1988. Postharvest evaluation of broccoli cultivars. Coop. Extension, U. of California, Perishables Handling 64: 7-8.
- CHUNG, B.** 1982. Effects of plant density on the maturity and once-over harvest yield of broccoli. J. Hort. Sci. 57: 365-372.
- CHUNG, B.** 1985. The effects of sowing time and plant density on the once-over harvest yields of broccoli. J. Hort. Sci. 60(1): 57-64.
- CUTLIFFE, J.A.** 1971. Effects of plant population, nitrogen, and harvest date on yield and maturity of single-harvested broccoli. HortScience 6(5): 482-484.
- CUTLIFFE, J.A.** 1972. Effects of plant spacing and nitrogen on incidence of hollow stem in broccoli. Can. J. Plant. Sci. 52: 833-834.
- CUTLIFFE, J.A.** 1975. Effects of plant spacing on single-harvest yields of several broccoli cultivars. HortScience 10(4): 417-419.
- DELGADO DE LA FLOR, F.; TOLEDO, J.; CASAS, A.; UGAS, R.; SIURA, S.** 1988. Cultivos Hortícolas-Datos Básicos. Programa de Investigación en Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina 105 p.
- DRAGER, J.** 1981. El cultivo del brócoli. Una hortaliza nueva en el mercado chileno. Revista El Campesino 112 (6): 28-34.

- DUFAULT, R.J.; WATER Jr. L.** 1985. Interaction of nitrogen fertility and plant population on transplanted broccoli and cauliflower yields. *HortScience* 20 (1): 127-128.
- FORNEY, C, F.** 1995. Hot-water dips extend the shelf life of fresh broccoli. *HortScience* 30 (5): 1054-1057
- FUNDACION CHILE.** 1990. Manual del Exportador Hortofrutícola. Departamento Agroindustrial, Santiago, Chile. 379 p.
- FUNDACION CHILE.** 1991. Manejo de Cosecha y Postcosecha de Principales Productos Hortícolas: Hortalizas de Flor. Departamento Agroindustrial, Santiago, Chile. 11 p.
- GEBHARDT, S.E.; MATTHEWS, R.H.** 1988. Nutritive value of foods. USDA-HNIS, Home and Garden Bull. No. 72, 72 p.
- GIACONI, V.** 1989. Cultivo de Hortalizas. Sexta Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 308 p.
- GILLIES, S.L.; TOIVONEN, P.M.A.** 1995. Cooling method influences the Postharvest quality of broccoli. *HortScience* 30(2): 313-315.
- KING, G.A; MORRIS, S.C.** 1994. Early compositional changes during postharvest senescence of broccoli. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(5): 1000-1005.
- GULL, D.D.** s/a. Handling Florida Vegetables: Broccoli. University of Florida, Cooperative Extension Service. SS-VEC 921. Gainesville, FL 32611, 4p.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y.** 1986. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. USDA-ARS, Agr. Handbook 66, 130 p.

HIPP, B.W. 1974. Influence of nitrogen and maturity rate on hollow stem in broccoli. *HortScience* 9(1): 68-69.

INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE). 1991. Estudio de Mercado Externo y del Potencial Exportador del Proyecto Especial Sur Medio. Proyecto Concon-Topará, Perú 192 p.

JETT, L.W.; MORSE, R.D.; O'DELL, C.R. 1995. Plant density effects o single-head broccoli production. *HortScience* 30 (1): 50-52.

KADER, A.A. 1992. Ed. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Second Edition. University of California, Divison of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, 296 p.

KASMIRE, R.F.; CANTWELL, M. 1992. Postharvest Handling Systems: Flower, Leafy, and Stem Vegetables. En: Kader, A.A. (Ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311.

57

KRARUP, C. 1992. Seminario sobre la Producción de Brócoli. Quito, Ecuador. Proexant-Agridec/Chemonics, 26 p.

KRARUP, C.; LIPTON, W.; TOLEDO, J. 1987. Primer Curso Internacional de Postcosecha en Hortalizas. Mercado Central de Buenos Aires, República Argentina, 430 p.

LETEY, J.; JARRELL, W.M.; VALORAS, N.; BEVERLY, R. 1983. Fertilizer application and irrigation management of broccoli production and fertilizer use efficiency. *Agron. J.* 75: 502-507.

LORENZ, O.A.; MAYNARD, D.N. 1980. Knott's Handbook for Vegetable Growers. Second Edition. Wiley-Interscience, 390 p.

- MAGNIFICO, V.; LATTANZIO, V.; SANTAMARIA, P.** 1987. Growth and nutrient removal by broccoli. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 201-203.
- MC GREGOR, B.M.** 1987. Manual de Transporte de Productos Tropicales. Manual de Agricultura 668. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Oficina de Transporte, Washington D.C. 20250-4500. 148 p.
- MONTES, A.; HOLLE, M.** 1970. Descripción de Algunos Cultivos Olerícolas. Departamento de Horticultura, Universidad Nacional Agraria-La Molina 101 p.
- OLSON, S.M.; SHERMAN, M.** 1990. Broccoli and Cauliflower Production in Florida. Univ.of Florida, Cooperative Extension Service, IFAS. Circular 555, Gainesville, FL 32611, 6 p.
- PALEVITCH, D.** 1970. Effects of plant population and pattern on yield of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) in single harvest. HortScience. 5(4):230-231.
- RYALL, A.L.; LIPTON, W.J.** 1979. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. Second Edition. Volume 1. Vegetables and Melons. AVI Pub. Co., Westport, CN, USA, 587 p.
- SALTER, P.J.; ANDREWS, D.J.; AKEHURST, J.M.** 1984. The effects of plant density, spatial arrangement characteristics of a new form of broccoli. J. Hort. Sci. 59 (1): 79-85.
- THOMPSON, R.** 1967. Coliflor y Brócoli-Variedades y Cultivo. México, Centro Regional de Ayuda Técnica. Boletín-Agrícola No. 1957, 18 p.

- THOMPSON, R.; TAYLOR, H.** 1976. Plant competition and its implications for cultural methods in calabrese brócoli. *J. Hort. Sci.* 51: 147-157.
- TOLEDO, J.** 1994. Manejo Postcosecha del Brócoli. *Exoagro* 7:15-17.
- TOLEDO J.; CASAS, A.; SAMENGO, A.** 1993. Evaluación de cultivares de brócoli. *Anales Científicos* (en impresión).
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE.** 1981. Growing Cauliflower and Broccoli. *Farmer's Bulletin* 2239, 15 p. Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Md 20705.
- UNIVERSIDAD CATOLICA-CORFO.** 1986. Monografías Hortícolas. *El Brócoli.* Santiago, Chile. 59-77.
- WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; MC GLASSON, W.B.; HALL, E.G.** 1981. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits and Vegetables. AVI Publishing Company Inc. Westport, Conn, 161 p.
- YAMAGUCHI, M.** 1983. *World Vegetables: Principles, Production and Nutritive Values.* Plant Science Textbook Series, AVI Publishing Company, Inc., 415 p.
- ZINK, F.W.; AKANA, D.A.** 1951. The effect of spacing on the growth of sprouting broccoli. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 58: 160-164.