

Paquete tecnológico para el empleo de BactoCROP y Trichonator en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Italica)



El brócoli (*Brassica oleracea italica*), del latín *brachium* 'brazo', es una planta de la familia de las brassicáceas, antes llamadas crucíferas. Esta planta posee abundantes cabezas florales carnosas comestibles de color verde, dispuestas en forma de árbol, sobre ramas que nacen de un grueso tallo, también comestible. La gran masa de cabezuelas está rodeada de hojas.



Otras variedades de la misma especie son el repollo (*B. oleracea* var. *Viridis*), la coliflor (*B. oleracea* var. *Botrytis*), el colinabo (*B. oleracea* var. *Caulorapa*), col de Bruselas (*B. oleracea* var. *Gemmifera*) y el brócoli chino (*B. oleracea* var. *Alboglabra*). El brócoli tiene un alto contenido en vitamina C y fibra alimentaria; también contiene múltiples nutrientes con potentes propiedades anti-cancerígenas, como diindolimetano y pequeñas cantidades de selenio. Una sola ración proporciona más de 30 mg de vitamina C y media-taza proporciona 52 mg. El diindolimetano que se encuentra en el brócoli es un potente modulador de la respuesta del sistema inmunitario innato con actividad anti-viral, anti-bacteriana y anti-cancerígena. El brócoli también contiene el compuesto glucorafanina que puede ser convertido en el compuesto anti-cancerígeno sulforafano, aunque los beneficios del brócoli se reducen considerablemente si el vegetal es hervido. El brócoli también es una excelente fuente de indol-3-carbinol, un compuesto químico que estimula la reparación del ADN de las células y parece bloquear el crecimiento de las células cancerígenas. Hervir el brócoli reduce los niveles de compuestos anti-cancerígenos, como el sulforafano, con pérdidas del 20-30% después de cinco minutos, el 40-50% al cabo de diez minutos, y el 77% después de treinta minutos. Sin embargo, otros métodos de preparación, tales como la cocción al vapor, el horno de microondas y el salteado en wok, no tienen ningún efecto significativo

sobre los compuestos. Se ha demostrado que el consumo de germinados de brócoli mejora la hipertensión arterial, la degeneración macular y puede prevenir el cáncer de próstata. El brócoli tiene los niveles más altos de carotenoides en el género *Brassica*. Es particularmente rico en luteína y también proporciona una modesta cantidad de beta-caroteno. Hay estudios que revelan que un elevado consumo de brócoli puede reducir el riesgo de cáncer de próstata agresivo. El consumo de brócoli también puede ayudar a prevenir enfermedades cardíacas.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico: *Brassica oleracea* L. var. *Italica* Plenck.

Nombres comunes: Brócoli.

Familia: Cruciferae (Brassicaceae).

Origen: Región Mediterránea, Suroeste de Europa, Sur de Inglaterra (Purseglove, 1987).

Distribución: 0° a 55° N y S (Purseglove, 1987).

Adaptación: Regiones templadas, subtropicales y tropicales de altura, con uno o varios periodos durante el año con temperaturas frescas (Purseglove, 1987).

Ciclo de madurez: 80-120 días.

Tipo fotosintético: C3.

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

Altitud: Desde el nivel del mar en zonas templadas y a partir de los 900 msnm en zonas tropicales (Purseglove, 1987). 900-2500 m.

Fotoperíodo: Hasta la etapa de botonamiento y a una temperatura de 12.5°C se comporta como una planta cuantitativa de día largo. El desarrollo está más determinado por la temperatura que por el fotoperíodo (Tan *et al.*, 2000).

Radiación (Luz): Prospera en condiciones de baja intensidad luminosa (Yuste, 1997).

Temperatura: Las plantas de brócoli requieren de un periodo de vernalización para una buena floración (Friend, 1985). Para que este requerimiento se cumpla es necesaria una exposición a 4.5°C durante 21 días.

Precipitación (agua): Generalmente esta especie se cultiva bajo riego, ya que es muy susceptible a la falta de humedad en el suelo. Requiere de 800 a 1200 mm durante el ciclo de producción (FAO, 1994) y la humedad del suelo no debe bajar del 50% de la capacidad de campo.

Humedad relativa: Para su desarrollo prefiere humedad atmosférica alta.

Profundidad de suelo: Requiere suelos de mediana profundidad, con por lo menos 60 cm de espesor.

Textura: Los mejores suelos son los de textura migajón-arenosa (Purseglove, 1987), aunque puede prosperar bajo un cierto rango textural, desde suelos migajón-arenosos a suelos migajón-arcillosos.

Drenaje: El brócoli debe cultivarse en suelos con buen drenaje. Esto debe tomarse en cuenta sobre todo en suelos de textura pesada.

pH: El rango de pH para esta especie es similar al de la coliflor, que va de 4.3 a 8.0, con un óptimo alrededor de 6.5 (FAO, 1994).

Salinidad/Sodicidad: Tolera una conductividad eléctrica de hasta 2.8 dS m⁻¹ sin afectaciones al rendimiento; pero a 3.9, 5.5, 8.2 y 14 dS m⁻¹ el rendimiento se reduce 10, 25, 50 y 100%, respectivamente (Ayers y Westcot, 1985).

Fertilidad y química del suelo: Las cantidades de nutrimentos (kg/ha) que son requeridas por este cultivo para un rendimiento estimado de 1 t ha⁻¹ son: Nitrógeno 5.8, Fósforo 1.8 y Potasio 4.4 (Osmond y Kong, 2008).

MANEJO AGRONÓMICO Y SANITARIO

Preparación del terreno. El brócoli es un cultivo de trasplante y no de siembra directa. Requiere una cama de plantación adecuada para lograr buenos rendimientos, por lo que debe contar con ciertas características como la utilización de un barbecho con un mínimo de 30 cm de profundidad, un paso de rastra y cruza dependiendo del tipo de suelo. Asimismo, es de suma importancia nivelar el terreno para evitar inundaciones.

Siembra. No es recomendable realizar siembra directa, debido a que es un cultivo de semilla muy pequeña y costosa, por lo que se aconseja sembrar en charolas de poliestireno en condiciones controladas (invernadero) para obtener en un periodo de 30 a 45 días la producción de plántulas y proceder al trasplante a campo abierto consiguiendo una mayor

uniformidad en la cosecha. La densidad de población para brócoli destinado al proceso industrial es de 66,000 plantas/ha y de 80,000 a 100,000 plantas/ha para mercado fresco.

Sistema plantación. Para poder obtener estas densidades, se manejan también diferentes sistemas de plantación. Para poder obtener una densidad de población de 80 mil plantas por hectárea es necesario realizar surcos a cada metro, y plantación a doble hilera cada 22 centímetros (cm); en hilera sencilla, a cada 33 cm, se pueden obtener 30 mil plantas por hectárea. En plantaciones de densidades altas es necesario realizar el trasplante de manera triangular, ya que de esta manera se aprovecha mejor el espacio y la circulación del aire es mucho mejor, favoreciendo la disminución de enfermedades.

Fertilización. Es muy importante realizar un análisis de fertilidad de suelo antes de establecer el cultivo para lograr una dosis de fertilización más precisa y eficiente; la fórmula general recomendada es de 400-250-100 + 25 kg de ZnSO₄.

Riego. Es importante considerar varios factores como tipo de terreno, precipitación pluvial, temperatura y principalmente la evapotranspiración, ya que el brócoli se produce bajo riego por goteo o presurizado. Generalmente se aplica un riego antes del trasplante y comúnmente de 5 a 6 riegos de auxilio distribuidos de 15 a 20 días, con una lámina de riego de 8 a 10 cm aproximadamente dependiendo del tipo de suelo.

Plagas, enfermedades y fisiopatías

- Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*). Es el problema más importante de las crucíferas ya que este insecto tiene un gran potencial reproductivo con hasta seis generaciones anuales en clima tropical. Su nombre común se debe al dibujo pajizo sobre el dorso de la palomilla que, visto desde arriba, le da el aspecto de un diamante. Las palomillas ovipositan en las hojas de las crucíferas (col, coliflor, col de Bruselas, brócoli y diversas especies silvestres como la mostaza y mostacilla). Al emerger de los huevecillos, las larvas, de color verde claro con puntos blancos y cerdas, se alimentan del envés de las hojas. Mientras son pequeñas no llegan a perforar las hojas, pero al crecer, los daños aumentan hasta dejar el follaje agujerado. El problema que representa esta plaga es por el daño directo que ocasiona al cultivo, el cual se agrava por el rechazo que sufren las cosechas de exportación, principalmente de brócoli, por gusanos vivos, exuvias y pupas en los floretes, así como la dificultad que representa su combate, al resistir a los insecticidas convencionales.

- Gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*). es de color café grisáceo, con dibujos más oscuros en las alas y una letra “gamma” sobre cada una de las alas delanteras. Las hembras ovipositan aisladamente en el follaje huevecillos aplanados, blancos y con una fina retícula, de los que emergen larvas verdes muy típicas por caminar como “medidores”, sin carecer por completo de falsas patas. Se les llama falsos medidores para distinguirlos de los verdaderos medidores que son las larvas de palomillas de la familia Geometridae. El gusano falso medidor se alimenta únicamente de follaje, aunque su voracidad es tal que cuando se presenta en poblaciones elevadas defolia por completo las plantas, provocando grandes pérdidas. Sus hospederas favoritas son las coles y todas las crucíferas, aunque ataca muchos otros cultivos en los que, en determinadas circunstancias, puede convertirse en un problema.
- Pulgón de la Col (*Brevicoryne brassicae* L.). Son insectos de cuerpo blando, de forma globosa que desarrollan sus colonias en cogollos tiernos, hojas, ramas o en las raíces de los cultivos. Su aparato bucal lo compone un pico o estilete que les sirve para perforar los tejidos y chupar la savia. En el trópico, las colonias son formadas exclusivamente por hembras; se reproducen sin macho y paren ninfas vivas, ya que los huevos se desarrollan dentro del cuerpo de la madre (ovovivíparos). Cuando sus colonias son numerosas, el cultivo se torna amarillento, pierde turgencia y, por lo general, las hojas se enrollan por los bordes. Los insectos excretan una especie de mielecilla o sustancia que sirve de sustrato a un complejo de hongos, entre los cuales se tiene a *Fumago sp.* y *Cadnodium sp.* El más importante daño de este grupo de insectos consiste en su funcionamiento como transmisores o vectores muy efectivos de enfermedades virosas.
- Alternaria (*Alternaria brassicae* (Berk.) Bolle.) Los primeros síntomas se pueden observar al nacer los cotiledones y en la aparición de las primeras hojas. Se forman unas manchas negras de un centímetro de diámetro, con anillos concéntricos de color más fuerte.
- Hernia o potra de la col (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). Esta enfermedad fungosa ataca a las raíces que se ven afectadas con grandes abultamientos o protuberancias. Como consecuencia del atrofiamiento que sufren los vasos conductores, la parte aérea no se desarrolla bien y las hojas se marchitan en los momentos de mayor sequedad en el ambiente para volver a recuperarse más tarde cuando aumenta la humedad. Si se arrancan las plantas afectadas por la enfermedad aparecen malformaciones de las raíces (alargamiento de las zonas carnosas y formación de excrecencias) y raicillas que al principio son de color blanco en su interior, después

se hacen grisáceas y al final sufren podredumbre blanda. Al cabo de cierto tiempo el hongo produce innumerables esporas que son las que reproducen la enfermedad en la primavera siguiente.

- Mancha angular (*Mycosphaerella brassicicola* Gaumann.). En las hojas viejas se forman unas manchas fungosas circulares que pueden alcanzar 2 cm de diámetro, de color oscuro y aspecto acorchado.
- Mildiu (*Peronospora brassicae*). Por el haz se forman pequeñas manchas de color amarillo y forma angulosa. En correspondencia con esas manchas, por el envés se forma una especie de pelusilla de color blanco grisáceo. Puede atacar desde el principio del nacimiento de la planta, haciéndolo con mayor virulencia en los cotiledones que llegan a desprenderse.
- Rizoctonia (*Rhizoctonia solani* Kühn). Producen deformaciones que se originan en la parte superior de la raíz y cuello contiguo al tallo; la enfermedad puede producir la muerte de la planta, principalmente en siembras estivales.
- Roya (*Albugo candida* (Pers.) Kuntze.). Produce deformaciones en distintos órganos de las plantas. En las hojas se forman unas pústulas de color blanco.
- Tallo hueco: es una cavidad en la parte central del tallo de la base de la inflorescencia. La superficie de corte en el pedúnculo tiende a volverse parda. El desarrollo de esta fisiopatía depende del cultivar y de las condiciones durante la producción.
- Amarillamiento de las inflorescencias. El amarillamiento puede deberse a sobremadurez en la cosecha, temperaturas altas de almacenamiento y/o contacto con el etileno. En todos estos casos la causa fisiológica es la senescencia de las inflorescencias. La aparición de un color amarillo en las inflorescencias termina con la vida comercial del brócoli. El amarillamiento por senescencia no debe confundirse con el color verde claro-amarillento que presentan las áreas de las inflorescencias que no estuvieron expuestas a la luz durante el crecimiento que algunas veces es llamado "amarillamiento marginal".
- Granos pardos en la superficie del cogollo. Es una fisiopatía en la que ciertas áreas de las inflorescencias no se desarrollan correctamente, mueren y se tornan pardas. Se cree que es provocada por un desequilibrio nutricional de la planta.

Cosecha. El brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillante, compactas (firme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de la longitud requerida.

IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO

En el año 2012, la producción mundial de brócoli fue 21,266,789 toneladas. El 77.59% de ésta se concentró en dos países de Asia, China Continental con 9.5 millones de toneladas y la India con 7 millones de toneladas, que destinaron la mayoría de su producción para el consumo interno.

Países como Italia, México y Francia produjeron en conjunto, alrededor de 1.15 millones de toneladas a nivel mundial. Mientras que Ecuador produjo 70 mil toneladas y las restantes 3.54 millones de toneladas fueron producidas por 88 países.

Según la partida arancelaria No. 070410, las exportaciones mundiales del brócoli en el año 2012 fueron de 1,121,184 toneladas. Los principales países exportadores de este producto fueron: España con aproximadamente 275 mil toneladas (el 61.1% lo exportó a Reino Unido, Francia y los Países Bajos), seguido de Francia con alrededor de 157 mil toneladas (que vendió el 67.1% a Alemania, Países Bajos y Reino Unido), Estados Unidos con 150 mil toneladas (el 89.6% del producto lo exportó a Canadá y Japón).

Los rendimientos mundiales de brócoli fluctúan grandemente, desde 55.5 ton/ha en Bulgaria hasta 6.8 ton/ha en Bolivia (Cuadro 1). Los países con mejores rendimientos por ha incluyen a Bulgaria, Bélgica, Kuwait, Nueva Zelanda y Austria. Con 11.7 ton/ha, México por su parte, ocupa la posición 66 de la clasificación mundial

La producción de Brócoli en México se localiza principalmente en el Estado de Guanajuato, con el 66.8% de la superficie cosechada, el 60% de la producción total, el 53.8% del valor de la producción y un rendimiento relativo de 89.8% con respecto al promedio de rendimiento. Le siguen en importancia los Estados de Michoacán, Sonora, Jalisco, Puebla y Baja California con el 8.0%, 6.4%, 5.2%, 4.6% y 4.1%, respectivamente.

Cuadro 1. Rendimientos mundiales promedio de Brócoli durante el periodo de los años 1961 a 2009 y clasificación de algunos países productores

Orden	País	Rendimiento (ton/ha)
1	Bulgaria	55.5
2	Bélgica-Luxemburgo	40.9
3	Kuwait	38.7
4	Nueva Zelanda	30.2
5	Austria	27.0
8	Suráfrica	25.0
11	Alemania	23.5
14	España	22.0
16	Suiza	21.1
17	Australia	21.0
18	Portugal	20.1
24	Colombia	18.6
29	Israel	17.9
30	China	17.4
36	Holanda	16.4
40	Reino Unido	15.8
44	Japón	15.0
46	Canadá	14.7
51	India	14.0
53	Chile	14.0
56	Estados Unidos América	13.7
57	Indonesia	13.7
66	México	11.7
86	Bolivia	6.8

En México los principales estados productores de brócoli son Guanajuato, Michoacán, Puebla y Jalisco, con rendimientos que oscilan entre las 11 y 21 toneladas por hectárea. Durante el periodo 1999-2001 (Cuadro 2) los estados que alcanzaron los mayores rendimientos fueron San Luis Potosí (28,908 Kg/ha), Michoacán (21,755 Kg/ha) y Coahuila (20,316 Kg/ha), mientras que las menores producciones se observaron en Chihuahua (4,000 Kg/ha), Estado de México (9,326 Kg/ha) y Querétaro (9,343 Kg/ha).

Los Estados de Zacatecas, Michoacán, San Luis Potosí, Aguascalientes y Querétaro, todos ellos vecinos del Estado de Guanajuato, han conformado un clúster industrial de producción y procesado de vegetales, destacando el brócoli como uno de los productos principales al interior de dicho agrupamiento estratégico. Uno de los esquemas más favorecidos de

producción para cubrir las necesidades de brócoli para procesado, consiste en el desarrollo de esquemas de contrato con productores agrícolas de la región.

Cuadro 2. Promedios de superficie cosechada, rendimientos, volúmenes de producción y valor de la producción de Brócoli en México. Periodo 1999-2001.

Estado	Superficie cosechada		Rendimiento por hectárea		Volumen producido		Valor de la producción	
	Ha	%	Kg / ha	% ¹	Ton	%	Pesos	%
Guanajuato	13,307	66.8%	11,003	89.8%	146,225.69	60.0%	347,123,621	53.8%
Jalisco	1,037	5.2%	12,348	100.8%	12,730.33	5.2%	31,782,031	4.9%
Sonora	927	4.6%	17,235	140.7%	15,486.33	6.4%	36,315,340	5.6%
Puebla	925	4.6%	12,248	100.0%	11,185.50	4.6%	28,747,938	4.5%
Michoacán	868	4.4%	21,755	177.6%	19,502.54	8.0%	54,188,230	8.4%
Baja California	777	3.9%	12,770	104.3%	9,995.36	4.1%	66,626,704	10.3%
Querétaro	465	2.3%	9,343	76.3%	4,454.00	1.8%	17,640,093	2.7%
Zacatecas	337	1.7%	12,061	98.5%	4,034.67	1.7%	9,544,268	1.5%
Aguascalientes	303	1.5%	11,097	90.6%	3,316.95	1.4%	8,936,344	1.4%
Distrito Federal	296	1.5%	12,338	100.7%	3,634.67	1.5%	16,361,045	2.5%
San Luis Potosí	260	1.3%	28,908	236.1%	7,666.67	3.1%	13,577,661	2.1%
Tlaxcala	234	1.2%	14,138	115.4%	3,183.16	1.3%	7,977,775	1.2%
México	145	0.7%	9,326	76.2%	1,404.43	0.6%	4,335,533	0.7%
Coahuila	34	0.2%	20,316	165.9%	660.00	0.3%	2,064,000	0.3%
Nuevo León	30	0.2%	10,000	81.7%	300.00	0.1%	600,000	0.1%
Tamaulipas	20	0.1%	16,000	130.6%	410.00	0.2%	547,500	0.1%
Nayarit	15	0.1%	11,267	92.0%	169.00	0.1%	422,500	0.1%
Hidalgo	3	0.0%	10,500	85.7%	32.50	0.0%	69,000	0.0%
Morelos	3	0.0%	12,000	98.0%	36.00	0.0%	54,000	0.0%
Chihuahua	1	0.0%	4,000	32.7%	4.00	0.0%	19,000	0.0%
Total / promedio¹	19,935	100.0%	12,247	100.0%	243,726.30	100.0%	645,315,082	100.0%

1/ para el caso del rendimiento por hectárea, los porcentajes son calculados con el promedio de rendimiento nacional.

Fuente: SIACON, SAGARPA, Enero de 2003.

BIOFERTILIZANTES

También conocidos como bioinoculantes, inoculantes microbianos o inoculantes del suelo, son productos agrobiotecnológicos que contienen microorganismos vivos o latentes (bacterias u hongos, solos o combinados) y que son formulados bajo condiciones controladas de laboratorio para utilizarlos en los cultivos agrícolas para estimular su crecimiento y productividad mediante la optimización de su estatus nutricional y el control de patógenos.



Biofertilizante compuesto por un consorcio de bacterias benéficas de los géneros *Bacillus* y *Azospirillum* que contribuye al aumento de la productividad de los cultivos a través de distintos mecanismos como la producción de hormonas que favorecen el desarrollo vegetal, la solubilización de nutrientes inactivados del suelo, incremento del volumen de raíz y la protección contra enfermedades radiculares, foliares y del fruto causadas por hongos y microorganismos fitopatógenos tales como *Xanthomonas*, *Clavibacter*, *Erwinia*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Phytophthora*, entre otros.

Beneficios del uso de BactoCROP

- Incrementa significativamente el desarrollo de las raíces
- Aumenta el establecimiento de las plántulas y disminuye la pérdida de plantas
- Acelera el desarrollo de plántulas, plantas adultas y frutos
- Mejora la floración
- Acorta los tiempos de cosecha
- Alarga los tiempos de producción de las hortalizas
- Promueve un crecimiento más uniforme de los cultivos
- Incrementa la disponibilidad de nutrientes inactivados del suelo
- Incrementa el rendimiento de los cultivos en hasta 25 a 30 % en el caso de hortalizas
- Mejora la calidad de los frutos
- Reduce el uso de pesticidas químicos
- Ayuda a prevenir y controlar enfermedades bacterianas



Biofertilizante compuesto por distintas cepas del hongo *Trichoderma* sp. que contribuye al aumento de la productividad de los cultivos a través de distintas actividades como activación de los sistemas de defensa de las plantas, solubilización de fósforo y otros nutrientes que favorecen el desarrollo vegetal y el control de enfermedades de raíz, hoja y fruto causadas por diversos variantes de los hongos fitopatógenos *Fusarium*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Phytophthora*, entre otros.

Beneficios del uso de Trichonator



- Incrementa significativamente la disponibilidad de nutrientes del suelo.
- Mejora el desarrollo de plántulas, plantas adultas y frutos.
- Disminuye la pérdida de plantas por complejos fúngicos.
- Reduce el uso de fertilizantes fosfatados y fungicidas químicos
- Disminuye la incidencia de enfermedades causadas por *Verticillum*, *Mycosphaerella*, *Pythium*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y otros patógenos

Beneficios del uso combinado de BactoCROP y Trichonator

- Protección potenciada contra un mayor número de variantes de hongos y bacterias patogénicas de las plantas
- Aumento altamente significativo de la biomasa radical
- Incremento notable de los porcentajes y velocidad de la germinación
- Optimización máxima del estatus nutricional de las plantas
- Mayor aumento del establecimiento de plántulas al trasplante
- Marcada aceleración del desarrollo de plántulas, plantas adultas y frutos
- Incremento del rendimiento de los cultivos en hasta 25 a 35 % en el caso de hortalizas
- Incremento de la calidad y calibre de los frutos (calidad de exportación)
- Reducción significativa del empleo de fertilizantes nitrogenados y fosfatados, fungicidas y bactericidas químicos

BactoCROP y Trichonator pueden emplearse en cualquier etapa del cultivo en el tratamiento de semillas, tubérculos, rizomas, plántulas en charola, semilleros y almácigos, y puede ser aplicado mediante los sistemas de riego, mochilas de aspersión o en la base de las plantas en 'drench' y el follaje durante las etapas fenológicas críticas del cultivo, preferentemente desde su establecimiento.

**Recomendaciones de manejo biológico con BactoCROP-TH y Trichonator
en plantaciones de Brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica* Plenck.)**

Producto	Aplicaciones por ciclo	
	Al suelo	Foliar
	3 kg	1.5 kg
	900 g	600 g

Uso de BactoCROP y Trichonator durante la siembra en almácigos.

1. El almácigo se establece en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato turba de musgo. Para realizar la inoculación del sustrato de invernadero se deben pesar 500 g de BactoCROP-TH y 200 g de Trichonator y diluirlos en 40-50 L de agua. Posteriormente, con esta mezcla se hidrata un bulto de sustrato de 107 litros o 3.8 cu.ft.
2. Una vez preparado el sustrato se llenan las charolas, marcando los hoyos a una profundidad de 1.5 cm y se colocan de 1 a 3 semillas en cada uno (en el caso de los híbridos se utiliza sólo una semilla por hoyo), luego se cubre con sustrato (generalmente vermiculita) y se estiba para esperar la germinación y emergencia de las plántulas
3. Alternativamente se pueden mezclar 500 g de BactoCROP y 200 g de Trichonator con 40 litros de agua y utilizar esta solución para asperjar con mochila de 65 a 75 charolas.



Aplicaciones de BactoCROP y Trichonator al momento del trasplante.

1. Mezcle 500 g de BactoCROP-TH y 200 g de Trichonator con 40 litros de agua y utilice esta solución para sumergir o asperjar con mochila de 65 a 75 charolas (aprox. 20,000 plántulas).



2. Posteriormente se transfieren las plántulas inoculadas a los surcos.

Aplicaciones de BactoCROP y Trichonator en planta establecida.

1. Vierta el producto (1 Kg de BactoCROP-TH y 300 g de Trichonator) en los tanques de irrigación, o si va a regar de manera manual disuelva los productos en un contenedor con agua (300 a 500 litros) o solución nutritiva y emplee esta mezcla para regar 1 ha del cultivo o 16,000 a 20,000 plantas.



2. NO DISUELVAN EL CONTENIDO TOTAL DE LA BOLSA DE BactoCROP EN UNA CANTIDAD DE AGUA MENOR A 200 LITROS. SI VA A DOSIFICAR EL PRODUCTO, MANTENGA SIEMPRE UNA PROPORCIÓN DE 100 g DE PRODUCTO POR CADA 30 A 40 LITROS DE AGUA. PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE GRUMOS Y EL TAPONAMIENTO DE FILTROS Y/O BOQUILLAS, SE RECOMIENDA AGREGAR POCO A POCO EL PRODUCTO, MEZCLANDO VIGOROSAMENTE CON UNA VARA O LAS BOMBAS DE LOS TANQUES DE ASPERSIÓN HASTA QUE EL PRODUCTO QUEDE COMPLETAMENTE DISUELTO. SI LOS SISTEMAS DE RIEGO EMPLEAN MALLAS DEMASIADO FINAS SE RECOMIENDA CRIBAR EL PRODUCTO YA DISUELTO EN AGUA CON UN TAMIZ Y POSTERIORMENTE REALIZAR LA APLICACIÓN.


3. Una vez mezclado con agua, el producto debe ser utilizado dentro de las siguientes 24 hrs. En caso de no contar con sistema de riego, las aplicaciones se pueden realizar con una mochila, dirigiendo el producto a la base de la planta (“drench”).
4. Las aplicaciones deben realizarse a intervalos de 25 a 30 días.

Aplicaciones foliares de BactoCROP y Trichonator

1. Los resultados son mejores si aplica una parte de los productos en “drench” o en el sistema de riego y asperja el resto del producto en el follaje utilizando una mochila.
2. Las aplicaciones foliares se realizan en las mismas fechas de la aplicación en sistemas de riego o en ‘drench’ con la finalidad de reforzar los efectos de los biofertilizantes.
3. Mezcle el producto (500 g de BactoCROP-TH y 200 g de Trichonator) en la cantidad de agua necesaria para asperjar una hectárea del cultivo (200 a 300 L)
4. Aplique esta solución en el follaje con mochila, bomba parihuela, ó bomba tipo remolque pegada a la toma de fuerza del tractor, con atomizador manual o de motor. El uso de este equipo asegurará una aplicación uniforme del producto sobre las plantas.

NOTA: La cantidad de agua en la que se diluyen los productos puede variar de acuerdo al tamaño del follaje y a la densidad de plantas

Análisis de rentabilidad para el cultivo de Brócoli comparando los rendimientos esperados utilizando el programa de manejo convencional de los productores y el paquete biotecnológico BactoCROP-TH y Trichonator.

		Manejo tradicional sin biofertilizantes		Paquete tecnológico con BactoCROP-TH (\$1,300 ^{oo}) y Trichonator (\$500 ^{oo}) 3 aplicaciones c/u.				
		Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción neto (\$/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción bruto (\$/ha)	Costo Paquete Tecnológico BactoCROP	Valor de producción neto (\$/ha)	Aumento neto del valor de la producción
Año	Precio medio rural (\$/ton)							
2010	\$3,543.78	13.367	\$47,369.71	16.7087	\$59,212.13	\$5,400.00	\$53,812.13	\$6,442.43
2011	\$4,118.61	12.94	\$53,294.81	16.4338	\$67,684.41	\$5,400.00	\$62,284.41	\$8,989.60
2012	\$4,232.50	13.446	\$56,910.20	16.9419	\$71,706.85	\$5,400.00	\$66,306.85	\$9,396.65
2013	\$4,453.37	13.541	\$60,303.08	16.7908	\$74,775.82	\$5,400.00	\$69,375.82	\$9,072.74
2014	\$4,052.78	14.406	\$58,384.35	18.0075	\$72,980.44	\$5,400.00	\$67,580.44	\$9,196.09
Promedio	\$4,080.21	13.54	\$55,246.02	16.7896	\$68,505.06	\$5,400.00	\$63,871.93	\$8,625.91

Nota: Los resultados no incluyen los ahorros relacionados con la disminución de la aplicación de pesticidas químicos para el control de enfermedades, ni las ganancias obtenidas por el aumento en la calidad de las cosechas. Los análisis tampoco contemplan los costos de producción ya que éstos varían grandemente de acuerdo al grado de tecnificación de los sistemas de producción.

CONCLUSIONES

Del cuadro anterior se puede concluir que es posible aumentar las ganancias netas obtenidas por hectárea de Brocólí en al menos \$8,625.91 mediante el paquete tecnológico de BactoCROP-TH y Trichonator, además de reducir en más de un 80% la incidencia de enfermedades para aumentar la calidad del producto cosechado en por lo menos un 25%.



Bibliografía

- Ayers, R.S. and Westcot, D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper Núm. 29 Rev. 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 186 p.
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). Rome, Italy.
- Friend, D.J.C. 1985. *Brassica*. In: CRC Handbook of flowering. Volume II (Halevy, A.H. ed.). CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA. pp. 48-77.
- Osmond, D.L. and Kong, J. 2008. Nutrient removal by crops in North Carolina. Soil Facts AG-439-16W E08-RM-H. 5 p.
- Purseglove, J.W. 1987. Tropical crops: Dicotyledons. Longman Scientific and Technical. Singapore. 719 p.
- Ruiz, C.J.A., Medina, G.G., González, A.I.J., Flores, L.H.E., Ramírez, O.G., Ortiz, T.C., Byerly, M.K.F y Martínez, P.R.A. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2014. SIAP, SAGARPA, México 2014.
- Tan, D.K.Y., Birch, C.J., Wearing, A.H. and Rickert, K.G. 2000. Predicting broccoli development I. Development is predominantly determined by temperature rather than photoperiod. *Sci. Hort.* 84:227-243.
- Yuste, P.M.P. 1997. Horticultura. In: Biblioteca de la agricultura. Idea Books. Barcelona, España. pp. 531-768.