

Recomendaciones para el empleo de BactoCROP-TH y Trichonator en plantaciones de Fresa (*Fragaria mexicana*)



La fresa es una planta de tallos rastreros, nudosos y con estolones; hojas grandes, trifoliadas, pecioladas y blancas por el envés. El fruto es de forma cónica a casi redonda, de color rojo brillante o rojo anaranjado; presenta una carne perfumada, jugosa y mantecosa que se deshace en la boca a la mínima presión, con un sabor que varía: de ácido a muy dulce. Lo que más caracteriza a esta fruta es su intenso aroma



CARACTERISTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre: FRESA

Familia: Rosaceae

Origen: Europa (Benacchio, 1982).

Nombre Científico: *Fragaria mexicana* L.

Necesidades nutricionales: La fresa es un cultivo que necesita algunos microelementos en alta cantidad, como hierro, manganeso, zinc y boro, los cuales son necesarios para la mayoría de procesos metabólicos de la planta. El hierro es el microelemento en mayor concentración tanto en los frutos como en el resto de órganos de la planta. Su deficiencia tiene como consecuencia la reducción del rendimiento y el aborto de frutos. Los primeros signos de deficiencia de hierro son el amarillamiento de las hojas entre los nervios. A medida que la deficiencia se agrava, el color amarillo de las hojas se intensifica hasta volverse marrón. El boro y el zinc tienen un efecto directo en la calidad del fruto, ya que la carencia de ambos elementos produce una disminución en la fertilidad del polen y en la fructificación, mientras que el boro y el molibdeno, son importantes para el correcto contenido de vitamina C y azúcares de los frutos.

La fresa necesita un alto contenido de calcio para su desarrollo y sobre todo para la calidad de los frutos. Una correcta nutrición de calcio mejora la firmeza y resistencia al transporte de las fresas. Su deficiencia se manifiesta mediante una necrosis terminal de las hojas, o "tip burn", en periodos de rápido crecimiento.

Adaptación: 70° LN a 55° LS (Benacchio, 1982).

Distribución: Regiones templadas y subtropicales con invierno definido.

Tipo fotosintético: C3

Ciclo vegetativo: Perenne en estado silvestre, aunque la durabilidad de las plantaciones comerciales presenta dos facetas: en ambientes situados en latitudes frías el cultivo permanece hasta tres años sin ser renovado, pero sólo tiene un periodo de producción de dos meses máximo cada año; en cambio, en ambientes mediterráneos y subtropicales, la fresa registra un ciclo de producción largo (hasta de un año), con alta productividad y calidad de fruta. En estos ambientes el cultivo permanece en campo máximo un año; con esa frecuencia es renovado (Dávalos-González, et al., 2011).

REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y EDAFICOS

Fotoperiodo: El foto periodo y la temperatura controlan significativamente el crecimiento vegetativo y la floración (Santibáñez, 1994). Días largos y cálidos favorecen el crecimiento de la hoja y la formación de la guía (Heide, 1977), mientras que días cortos, despejados y fríos favorecen la floración (Sudzuki, 1988).

Altitud: 800 a 2500 m (Benacchio, 1982).

Humedad ambiental: Prefiere condiciones de humedad intermedias (Yuste, 1997a). Puede prosperar en regiones con bastante humedad atmosférica, sin embargo, al acercarse la maduración es preferible una atmósfera relativamente seca (Benacchio, 1982).

Temperatura: El punto de congelación se encuentra entre -3 y -5°C, mientras que el punto de crecimiento cero se ubica en 2-5°C; la temperatura diurna óptima de crecimiento es de 15-18°C y la temperatura nocturna óptima es de 8-10°C. La dormancia en esta especie se puede romper con temperaturas continuas desde 10°C, no así con temperatura de 14°C (Kronenberg et al., 1976). La inducción floral se favorece a temperaturas entre 10 y 25°C, especialmente a 14°C, en un fotoperiodo de 12 horas (Sudzuki, 1988). Cerca del límite superior del rango térmico (18-25°C) se requieren días cortos para inducir la floración, mientras que a 30°C no existe inducción floral (Santibáñez, 1994). La disminución de temperatura y la presencia de días cortos inducen el establecimiento del período de dormancia (Shoemaker, 1978). Si durante la dormancia ocurren temperaturas por debajo del punto de congelación, se produce oxidación de la corona, lo cual provoca una reducción en el vigor de la planta y en el llenado del fruto (Santibáñez, 1994). Durante la

dormancia, el LT10 (temperatura que destruye el 10% de las estructuras vivas) es de -3.8°C, mientras que las variables LT50 y el LT90 son de -12.5°C y -21°C, respectivamente (Marini y Boyce, 1979). En primavera, después de la dormancia, el LT50 para los botones florales es de -5.4°C y para frutos inmaduros es de -1.6°C (Boyce y Stroter, 1984).

Luz: Prefiere una condición media de iluminación (Yuste, 1997a). Prefiere áreas un poco sombreadas, pero para lograr frutos de calidad, la época de cosecha debería contar con bastante insolación (Benacchio, 1982).

Textura de suelo: Prefiere suelos de textura franco-arenosa (Benacchio, 1982).

Profundidad de suelo: Requiere suelos profundos (Benacchio, 1982).

Salinidad: No tolera salinidad y no crece bien en suelos calcáreos (Benacchio, 1982).

pH: El pH óptimo oscila entre 5.5 y 6.5 (Yuste, 1997a). Se desarrolla en un rango de 4.5 a 7.0, con un óptimo de 5.7 a 5.8 (Benacchio, 1982).

Drenaje: Requiere suelos con buen drenaje (Yuste, 1997).

MANEJO AGRONÓMICO Y SANITARIO

a) Preparación del terreno: Iniciando las labores se efectúa un riego pesado o machaco para luego dependiendo del suelo pasar el arado de disco, grada con barra niveladora y rayar a 0.90 a 1.20 m, si el trasplante es a doble hilera y a 0.50 a 0.60 a una sola hilera.

b) Trasplante: Es muy importante trabajar con plántulas de fresa libre de virus ya que se alcanzan rendimiento de hasta 40 t/ha mientras que con el material convencional los rendimientos son de solo 20 t/ha. El distanciamiento entre plantas es de 0.25 m a doble hilera en tres bolillo, si la instalación es bajo riego tecnificado la cinta tendrá que ir en medio de la cama y las plantas a un distanciamiento de 0.30 m de la cinta.

c) Fertilización: Es recomendable realizar un previo análisis para aplicar una fertilización más cercana a las necesidades de cultivo. El nivel de fertilización que se recomienda es de 300-150-150 NPK. Es importante fraccionar los fertilizantes nitrogenados para lograr un mejor aprovechamiento por parte de la planta. Los fertilizantes foliares son recomendables para un mejor desarrollo y producción de la planta, debiéndose aplicar foliares ricos en: nitrógeno en la etapa de desarrollo vegetativo, fósforo en la etapa de prefloración y floración y potasio para la fructificación, además productos ricos en micronutrientes sobre todo en zinc, hierro y manganeso.

Plagas: Las plantas de fresa son atacadas permanentemente por distintos organismos simultáneamente: insectos, bacterias, hongos, virus, viroides, fitoplasmas, etc., por lo cual el agricultor y los técnicos requieren realizar una vigilancia permanente para prevenir, combatir y controlar los daños. Entre las primeras plagas que pueden atacar un cultivo de

fresa se encuentra la gallina ciega (*Phyllophaga sp.*). Por otro lado, cuando el meristemo o “cogollo” y las nuevas hojas de la planta han emergido, se debe tener cuidado con el ataque de gusano cogollero (*Spodoptera sp.*). Otras plagas como el pulgón y la mosquita blanca pueden atacar en edad temprana a la planta, se recomienda darle vuelta a la hoja y revisar su envés o parte posterior. El ácaro de dos manchas, conocido como araña roja, ataca a las fresas desde el vivero y coloniza el envés de las hojas. Otro tipo de ácaro que ataca el cultivo es la araña ciclamina; el ácaro es microscópico y su presencia se detecta por los daños que se observan en los meristemos o cogollos, los cuales se arrugan y se tornan de un color verde pálido, sin brillo. La chinche *Lygus sp* ataca en la época de calor y se esconde debajo del hule de los acolchados, sube a los brotes tiernos, las hojas, las flores y chupa la savia y tejido secándolos. Los trips (*Frankiniella sp*) atacan la flor de fresa, estos insectos pueden observarse en los pétalos y al interior de las flores, aunque son relativamente pequeños, (1.5 mm de largo) son muy activos, caminan rápido y constantemente, chupan los pétalos y dañan los estambres y los gineceos, esto impide la buena fecundidad y el desarrollo de los frutos. Las babosas o caracoles también pueden dañar el fruto, chupan y hacen horadaciones en el fruto, por lo tanto debe cuidarse su control. Las babosas se esconden durante el día, y por la noche suelen transitar por la huerta.

Enfermedades: Las enfermedades que se pueden presentar pronto son la pudrición de raíz, también conocida como secadera, la cual puede ser provocada por hongos de diferentes géneros, entre ellos, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Verticillium*. Una vez que las hojas se desarrollan, otras enfermedades puedan atacar, entre ellas la llamada “Peca de la hoja” (*Mycosphaerella fragariae*) y la mancha púrpura. También puede atacar la enfermedad conocida como “Antracnosis” producida por el hongo *Colletotrichum sp*; éste ataca los peciolos y los constriñe hasta necrosar toda la hoja, produce lesiones en las flores y en los frutos jóvenes y maduros. La pudrición del fruto, causada por el hongo *Botrytis sp* se presenta cuando existen altos niveles de humedad debajo de la cara del fruto que está en contacto con el suelo, por lo tanto la aireación es importante, esto se puede favorecer quitando el exceso de hojas o follaje de las partes inferiores.

IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CULTIVO Y EPOCAS DE PRODUCCION

La fresa se cultiva en más de 60 países del mundo. El principal productor es Estados Unidos, le siguen China y España, mientras que México ocupa el quinto lugar (Cuadro 1). Aunque en México la fresa ocupa solamente el 1% de la superficie dedicada a la agricultura, es muy importante debido a que genera divisas, por ser un producto de exportación. En México la fresa se cultiva en 12 estados, pero solamente tres de ellos poseen un nivel significativo de producción: Michoacán, Baja California y Guanajuato, entidades que generan el 91.55% del total de producción nacional de fresa. Es importante

mencionar que Michoacán aporta el 52.38% de la producción nacional de fresa; Baja California, el 24.19%; y Guanajuato, el 14.98%. Otros dos estados productores son Baja California Sur (que aporta el 4.68% de la producción nacional) y el Estado de México (2.68%). De acuerdo al grado de tecnificación del cultivo los rendimientos que se obtienen por hectárea oscilan entre 20 y 45 toneladas.

Cuadro 1. Principales productores de fresa en 2008, producción anual, superficie sembrada y rendimiento.

País	Producción anual (Millones de Toneladas)	Superficie (Hectáreas)	Rendimientos (Ton/Ha)
E.U.A.	1,148,530	22,040	52.10
China	797,112	66,426	12.00
España	263,900	8550	30.90
Turquía	261,078	11,279	23.10
México	207,485	6,176	33.60
Corea del Sur	203,227	6,665	30.50
Polonia	200,723	54,160	3.70
Egipto	200,254	12,458	16.10
Japón	193,000	6,800	28.40
Rusia	145,000	23,000	6.30

Fuente: FAOSTAT, 2010.

El periodo de cosecha de la fresa en México, varía de una entidad a otra; así, tenemos que el estado de Baja California y Guanajuato, levantan su cosecha a partir del mes de Enero; Guanajuato concluye en julio y Baja California en Agosto. Michoacán y el estado de México tienen el mismo periodo de cosecha, entre los meses de Noviembre a Junio. Sin embargo, es importante mencionar que en Michoacán, utilizando la tecnología del macro túnel la producción se prolonga hasta el mes de Agosto; actualmente existen más de 800 Ha. con este sistema.

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
- Considerable aumento de la biomasa radical
- Incremento notable de los porcentajes y velocidad de germinación en semillas
- 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 Fresa (*Fragaria mexicana*)

Producto	Aplicaciones anuales	
	Al suelo	Foliar
	4.0 Kg	2 kg
	1.4 Kg	600 g

Uso de BactoCROP y Trichonator durante el cultivo de las plántulas en los almácigos

1. La siembra de la fresa se realiza mediante estolones, los cuales se obtienen de una planta madre para formar nuevas plántulas. Se recomienda hacer la primera aplicación de biofertilizantes en esta etapa ya que de esta manera se promueve un mayor enraizamiento de las plántulas, además de que éstas obtendrán una protección más temprana contra diversas enfermedades. La inoculación se realiza sumergiendo de 40,000 hasta 60,000 plántulas de forma total en una solución compuesta de 500 g de BactoCROP y 200 g de Trichonator con 40 litros de agua.



Aplicaciones de BactoCROP y Trichonator al suelo o pie de la planta

1. Si no es posible realizar la primera aplicación de los biofertilizantes en los almácigos se puede realizar al momento del trasplante mediante una mochila o bien con los sistemas de riego presurizados (micro aspersión y riego por goteo) es posible incluir el biofertilizante en el agua de riego.



- Vierta el producto (1.0 Kg de BactoCROP-TH y 350 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 40,000 a 60,000 plantas.

NO DISUELVA 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, AGREGUE POCO A POCO EL PRODUCTO, MEZCLANDO VIGOROSAMENTE CON UNA VARA O LAS BOMBAS DE LOS TANQUES DE ASPERSIÓN.

- Una vez mezclado con agua, el producto debe ser utilizado dentro de las siguientes 24 hrs.
- Después de la primera aplicación en los almácigos o al trasplante se deberán realizar tres inoculaciones más, siguiendo la misma metodología y aplicando como mínimo 1.0 Kg de BactoCROP-TH y 350 g de Trichonator de acuerdo al siguiente cronograma:
 - Biofertilización en etapa de crecimiento vegetativo: los biofertilizantes deben aplicarse a través del sistema de riego. Durante el periodo vegetativo e inicio de floración de la planta (30-45 días después del trasplante).
 - Biofertilización en etapa de floración e inicio de fructificación: los biofertilizantes se aplican cuando los frutos presentan una tonalidad blanca, a los (75-90 días después del trasplante)
 - Biofertilización en etapa plena de fructificación: la biofertilización se lleva a cabo en esta etapa para que ayuden en el llenado, color y calidad externa de la fruta, a los (120-135 días después del trasplante).

Aplicaciones foliares de BactoCROP y Trichonator

- Se recomienda realizar una primera aplicación foliar al trasplante (500 g de BactoCROP-TH y 150 g de Trichonator) y tres aplicaciones más a intervalos de 30-45 días durante las aplicaciones al suelo.
- La inoculación de estos productos biológicos se debe realizar aplicando los productos indicados 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 fresa comparando los rendimientos esperados utilizando el programa de manejo convencional de los productores y el paquete biotecnológico BactoCROP-TH y Trichonator

Año	Precio medio rural (\$/ton)	Manejo tradicional sin biofertilizantes		Paquete tecnológico con BactoCROP-TH (\$1,300) y Trichonator (\$500) 4 aplicaciones				
		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
2009	\$5,818.96	32.54	\$189,348.96	39.05	\$227,218.75	\$7,200.00	\$220,018.75	\$30,669.79
2010	\$6,118.09	34.86	\$213,276.62	43.57	\$266,595.77	\$7,200.00	\$259,395.77	\$46,119.15
2011	\$8,715.58	34.11	\$297,288.43	41.61	\$362,691.89	\$7,200.00	\$355,491.89	\$58,203.46
2012	\$11,411.97	43.11	\$491,970.03	52.60	\$600,203.43	\$7,200.00	\$593,003.43	\$101,033.41
2013	\$8,684.74	45.72	\$397,066.31	57.15	\$496,332.89	\$7,200.00	\$489,132.89	\$92,066.58
Promedio	\$8,149.87	38.07	\$317,790.07	46.80	\$390,608.55	\$7,200.00	\$383,408.55	\$65,618.48

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 fresa en al menos \$65, 618.48 mediante el paquete tecnológico de BactoCROP y Trichonator.



Bibliografía

- Dávalos-González, P.A., Aguilar-García, R., Jofre-Garfias, A.E., Hernández-Razo A.R. y Vázquez-Sánchez, M.N. 2011. Tecnología para sembrar viveros de fresa. SAGARPA, INIFAP, CIRCE. *Libro técnico No. 3*. Celaya, Guanajuato, México. 155 p.
- Esquivel-Sánchez, M.A. 2005. Guía técnica para el cultivo de fresa. ICAMEX. Estado de México, México. 12 p.
- Pimentel-Equihua, J.L. y Velázquez Machuca, M. A. 2010. Manual técnico del cultivo de la fresa en el valle de Zamora-Jacona y Tangancícuaro, Michoacán. Consejo Nacional de la Fresa, A.C., Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 69 p.
- Portal Agrario Regional La Libertad. Ficha técnica para el cultivo de la Fresa (*Fragaria x annanasa*). La Libertad, Perú, 9 p. [Fecha de consulta: 24-09-2014]. <http://www.agrolalibertad.gob.pe/>.
- Ruiz-Corral, J.A., Medina-García, G., González-Acuña, I.J., Ortiz-Trejo, C., Flores-López, H. E., Martínez-Parra, R.A. y Byerly-Murphy, K.F. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. SAGARPA, INIFAP, CIRPC. *Libro Técnico No. 3*. Guadalajara, Jalisco, México. 324 p.
- Santoyo-Juárez J.A., Martínez-Alvarado C.O. 2010. Paquete tecnológico para la producción de fresa. SAGARPA, Fundación Produce Sinaloa, A. C., *Folleto Técnico*, Sinaloa, México. 21 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2014. SAGARPA. MÉXICO. <http://www.siap.gob.mx/>
- Unión Agrícola Regional de Productores de Fresa y Hortalizas del Valle de Zamora. 2009. Sistema producto fresa: Estudio de oportunidades de mercado e inteligencia comercial internacional para fresa. Zamora, Michoacán, México, 96 p.
- Vázquez-Gálvez A. y López Aranda J.M. 2008. Alternativas químicas al uso de bromuro de metilo en el cultivo de fresa. SEMARNAT, Michoacán, México. 39 p.