

## Recomendaciones para el empleo de BactoCROP-DUAL y MicoCROP en plantaciones de Maíz (*Zea mays*)



El maíz es el cereal más cultivado en el mundo y tiene sus orígenes en México. Más allá de sus virtudes como alimento, el maíz tiene reservados otros usos como ingrediente básico para procesos industriales. Se emplea para la elaboración de productos a base de almidón, aceites y proteínas, bebidas alcohólicas, frituras, cereales de mesa, edulcorante alimenticio o fructosa y combustible. Si bien el maíz es un

alimento muy rico en nutrientes, al punto que era considerado el alimento vegetal principal entre los quechuas y tiene señalada participación en la mitología mesoamericana, la composición química del grano de maíz se ve afectada por el genotipo, medioambiente y condiciones de siembra. En promedio, el contenido de proteína es del 10% y más del 60% son prolaminas (zeínas). Los granos presentan muy bajo contenido de aminoácidos esenciales, como lisina, triptófano e isoleucina, lo que provoca que el valor biológico de la proteína sea bajo y de pobre calidad nutricional. Esto motivó a los fitomejoradores a obtener nuevos materiales con mejor mensaje nutricional. En 2007, científicos del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional de México descubrieron que el maíz azul, variedad llamada así por el color de sus granos, tiene menos almidón y un índice glucémico (IG) más bajo que las variedades de consumo más frecuentes hasta esa fecha. El menor contenido en almidón puede hacer al maíz azul poco adecuado para la preparación de diferentes platillos, pero también parece ser excelente para la elaboración de tortillas y de palomitas de maíz, ya que aporta menos calorías, lo que le hace ideal para la alimentación y, sobre todo, para prevenir

padecimientos tales como la diabetes. Por otra parte, el color del maíz azul se debe a la presencia de antocianinas (compuestos considerados antioxidantes que también se encuentran en las frutas azules y moradas o en el vino tinto).

## **CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS**

**Nombre científico:** *Zea mays* L.

**Nombres comunes:** Maíz.

**Familia:** Poaceae (Gramineae).

**Origen:** México, América Central (González, 1984).

**Distribución:** 50° LN a 40° LS (González, 1984).

**Adaptación:** Regiones tropicales, subtropicales y templadas (Doorenbos y Kassam, 1979).

**Ciclo de madurez:** 80 días en las variedades precoces, hasta 200 días en las tardías; las variedades que rinden más duran de 100 a 140 días (Santacruz y Santacruz, 2007).

**Tipo fotosintético:** C4

## **REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDAFICOS**

**Altitud:** 0-3300 m (González, 1984).

**Fotoperíodo:** Es una planta de día corto (<10 h), aunque muchos cultivares se comportan indiferentes a la duración del día

**Radiación (Luz):** Requiere mucha insolación, por ello no son aptas las regiones con nubosidad alta (Benacchio, 1982).

**Temperatura:** El maíz es una planta tropical, pero su potencial de rendimiento es bajo en los ambientes tropicales típicos con altas temperaturas diurnas y nocturnas. Su potencial de rendimiento se expresa mejor en ambientes templados y subtropicales con altas temperaturas diurnas y noches frescas

**Precipitación (agua):** De la siembra a la madurez requiere de 500 a 800 mm, dependiendo de la variedad y del clima. Requiere de 400 a 500 mm de precipitación durante el ciclo del cultivo para obtener rendimientos aceptables (Santacruz y Santacruz, 2007).

**Profundidad de suelo:** Aunque en suelos profundos las raíces pueden llegar a una profundidad de 2 m, el sistema, muy ramificado, se sitúa en la capa superior de 0.8 a 1 m, produciéndose cerca del 80% de absorción del agua del suelo dentro de esta capa.

**Textura:** Prefiere suelos franco-limosos, franco-arcillosos y franco-arcillo-limosos (Benacchio, 1982).

**Drenaje:** Requiere buen drenaje, ya que no tolera encharcamientos (Doorenbos y Kassam, 1979). Suelos inundados por más de 36 horas suelen dañar a las plantas y su rendimiento final (Baradas, 1994).

**pH:** El pH óptimo está entre 5.5 y 7.5.

**Salinidad/Sodicidad:** Tolera salinidad, siempre que ésta no sea mayor que 7 dS m<sup>-1</sup> (Benacchio, 1982).

**Fertilidad y química del suelo:** En las áreas de alto potencial se recomienda aplicar la dosis 180-60-00 y en zonas de mediano potencial 160-60-00. En ambos casos la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y la otra mitad en la primera escarda (Medina et al., 2003).

## **MANEJO AGRONÓMICO Y SANITARIO**

**Preparación del terreno.** Es conveniente un barbecho a 25 cm de profundidad, uno o dos pasos de rastra y nivelar.

**Época de siembra.** Del 5 de febrero al 20 de marzo y del 15 de agosto al 15 de septiembre.

**Método y densidad de siembra.** La siembra se recomienda en tierra venida a una profundidad entre 5-6 cm en hileras de 80 cm de separación, utilizando de 18 a 20 kg de semilla, dejando de 5 a 6 plantas por metro lineal.

**Fertilización.** Se recomienda fertilizar con 160 kg nitrógeno por hectárea, en dos partes iguales en pre-siembra y al primer riego de auxilio.

**Riegos.** El número de riegos oscila entre 4 y 5 en pre-siembra, desarrollo, encañe, espigamiento y grano lechoso-masoso. La aplicación de cuatro riegos se sugiere para materiales precoces en pre-siembra, desarrollo, espigamiento y grano lechoso-masoso.

### **Plagas y enfermedades**

- Trips. Causan su daño más severo en plántulas jóvenes y durante la formación de la mazorca permitiendo la entrada de patógenos como *Fusarium* spp.
- Gusano cogollero. Las larvas al eclosionar tienen hábitos gregarios, canibalísticos y se establecen en el cogollo de la planta.
- Gusano soldado. La incidencia de estos insectos es muy irregular ya que aparecen de manera esporádica cada 2-3 años. Los adultos son de hábitos nocturnos. Las larvas defolian principalmente maíz y sorgo.
- Gusano trozador. Los adultos emergen en primavera y ponen sus huevecillos en la superficie del suelo y tallo de la planta. Las larvas permanecen ocultas durante el día y en la noche se alimentan.
- Gusano elotero. El adulto es una palomilla de color amarillo pajizo con una mancha oscura casi circular cerca del centro de las alas anteriores. La larva en su última fase de desarrollo cae al suelo para pupar a una profundidad de 3 a 20 cm.

- Barrenador del tallo. La larva en sus primeros instares se alimenta del follaje y en el tercero si la planta es chica penetra en el cogollo y causa su muerte. En etapas avanzadas del cultivo penetra al tallo, por lo que la planta reduce su crecimiento.
- Frailecillo. Los adultos se alimentan de estructuras reproductivas de maíz, alfalfa, frijol y manzano; viven de 3 a 6 semanas. Las larvas se alimentan de la raíz de las plantas silvestres y cultivadas; el adulto provoca el año al follaje cuando actúa como defoliador y destruye los cabellos del elote.
- Picudos. Los adultos raspan las hojas, pero sin llegar a romperlas, por lo que en las hojas se observan lesiones blancas que llegan a fusionarse cuando existen altas infestaciones.
- Araña roja. Los efectos sobre el rendimiento son más severos cuando los ácaros dañan las hojas en o arriba del nivel de la mazorca.
- Chapulines. Estos insectos devoran las hojas y partes tiernas de la planta. Después del quinto estado ninfal comienza la fase gregarios del insecto y donde consume la mayor cantidad de alimento.
- Plagas de la raíz: incluyen a la gallina ciega, gusano alfilerillo, Catarina del maíz, y gusano de alambre.
- Carbón de la espiga. El patógeno se presenta en la etapa de floración de la espiga y formación de mazorca. Las mazorcas afectadas se sienten suaves al tacto y al cortarlas se observa una masa pulverulenta de color café oscuro que está cubierta por un tejido blanco.
- Pudrición de la raíz. La infección ocurre desde la fase de semilla, durante la germinación y el desarrollo del cultivo. La pudrición post-emergente se caracteriza por contener el inóculo en la raíz de la plántula, presentando un color amarillento, falta de vigor y estrangulamiento a nivel de la base del tallo, ocasionando la muerte prematura de la misma.
- Pudriciones del tallo. Después de la polinización y al aproximarse la madurez de las plantas, el micelio del hongo se activa e invade sus nudos bajos.
- Manchas foliares o tizón. El daño es causado por la pérdida del área foliar disminuyendo la captación solar (fotosíntesis), pérdida de peso de grano.
- Roya del maíz. Suelen ser problema si se presentan en estadios jóvenes de la planta y carecen de importancia en los avanzados.

**Cosecha.** Si la cosecha se realiza en forma mecánica, el grano debe tener entre 16 a 18 % de humedad y si la cosecha se efectúa en forma manual, el grano deberá tener entre el 20 al 24 % de humedad. Finalmente, se sugiere incorporar la soca al suelo.

## IMPORTANCIA ECONÓMICA

México produce el 2.7% del maíz en el mundo (23 millones de toneladas en 2010), siendo el 4º productor a nivel global, detrás de Estados Unidos, China y Brasil.

Nuestro rendimiento promedio por hectárea es de 3.2 toneladas (lugar 78 de 164 países que producen este grano en el mundo). El promedio mundial es de 5.2 ton/ha.

México es el mercado más grande de maíz en el mundo, representando el 11% del consumo mundial. Cada mexicano consume, en promedio, 123 kg de maíz anualmente, cifra muy superior al promedio mundial (16.8 kg per cápita).

## 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.



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 *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Phytophthora*, entre otros.



Biofertilizante compuesto por hongos formadores de micorrizas arbusculares con un mínimo de 25 propágulos de micorriza *Glomus* intraradices por gramo de sustrato a base de suelo esterilizado y raíces molidas de gramíneas inoculadas con micorriza. La colonización de hongos micorrizicos arbusculares en las células corticales de la raíz, promueven el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas. Las micorrizas establecen

una asociación simbiótica con las plantas, mejorando su desarrollo y logrando una mayor absorción de agua y nutrientes.

Los biofertilizantes 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. Con esto se fomenta la masa radicular y se mejora el aspecto, floración y la disponibilidad de los nutrientes del suelo, aumentando el rendimiento de los cultivos de un 25 a 30% y acelerando el desarrollo de plantas y frutos.

Teniendo como referencia los rendimientos promedio a nivel regional reportados por SAGARPA, es factible afirmar que se genera un impacto productivo y socioeconómico en la región, donde la asociación del biofertilizante Micorriza más BactoCROP produce un alto porcentaje de incremento en rendimientos.

## Recomendaciones de manejo biológico con BactoCROP-DUAL y MicoCROP en plantaciones de Maíz (*Zea mays*)

1. Saque las dos dosis de biofertilizante incluidas en la bolsa de BactoCROP e identifique cada una de ellas. La bolsa etiquetada como 'tratamiento a la semilla' será empleada inmediatamente y la bolsa etiquetada como tratamiento foliar deberá ser conservada en un lugar fresco (10 a 25°C) y a la sombra para ser utilizada de un mes a mes y medio después de la siembra en el campo.



2. Para inocular la semilla, vacíe en el recipiente el contenido de la bolsa de BactoCROP-Dual SF etiquetada como 'tratamiento a las semilla' (1 Kg) y el adherente incluido en la misma bolsa.
3. Agregue el contenido de la bolsa de la micorriza MicoCROP (1 Kg) y mezcle en seco.
4. Agregue de 4 a 5 litros de agua y mezcle perfectamente el biofertilizante BactoCROP y la micorriza.
5. Agregue 50 kg de semilla de maíz y mezcle perfectamente.
6. Vacíe y extienda la mezcla obtenida de los dos biofertilizantes y la semilla sobre un cartón o superficie limpia y manténgala ventilada por dos a tres horas hasta que la semilla seque perfectamente
7. De un mes a un mes y medio después de la siembra en campo debe utilizarse la segunda bolsa de BactoCROP etiquetada como 'tratamiento foliar'.



8. Esta bolsa debe mezclarse con la cantidad de agua requerida para regar abundantemente una hectárea del cultivo (300 a 600 litros de agua) y aplicarse con mochila o con tractor.
9. Si está empleando BactoCROP-Dual FF utilice la primer dosis foliar cuando las plántulas tengan de 2 a 3 hojas o lo más pronto posible y al término de 25 a 30 días

aplique la segunda dosis foliar utilizando agua suficiente para que las plantas sean asperjadas abundantemente.


Aunque también se puede aplicar en el agua de riego, se obtienen mejores resultados cuando el producto se asperja abundantemente sobre el follaje de las plantas, permitiendo que escurra para que también se incorpore en el sistema radical de las plantas donde ayudará al control de patógenos.

#### **Notas importantes:**

- Utilizando este paquete es posible reducir de manera confiable un 25 a un 50% las dosis de fertilización química recomendadas para los cultivos, sin pérdidas en los rendimientos potenciales de los cultivos. Además ayude a controlar la incidencia de algunas enfermedades foliares como roya.
- Todo el proceso de inoculación de la semilla con los biofertilizantes deberá ser realizado en un lugar fresco y a la sombra y se recomienda que la semilla se inocule con los biofertilizantes el mismo día que será sembrada.
- **NO DISUELVA EL CONTENIDO TOTAL DE ESTA BOLSA EN UNA CANTIDAD DE AGUA MENOR A 100 LITROS. SI VA A DOSIFICAR EL PRODUCTO, MANTENGA SIEMPRE UNA PROPORCIÓN DE 100 g DE PRODUCTO POR CADA 30 A 40 LITROS DE AGUA.**
- **SI EMPLEA FILTROS O BOQUILLAS MUY CERRADAS EN SUS SISTEMAS DE RIEGO, ANTES DE AGREGAR EL BIOFERTILIZANTE A LOS TANQUES DE IRRIGACIÓN SE RECOMIENDA CRIBAR EL PRODUCTO PREVIAMENTE DILUIDO CON AGUA (CONSIDERANDO LAS PROPORCIONES REFERIDAS EN LA NOTA ANTERIOR, AGREGANDO POCO A POCO EL PRODUCTO AL AGUA Y MEZCLANDO CONTINUAMENTE Y DE MANERA VIGOROSA CON UNA VARA) CON UN TAMIZ ADECUADO O TELA POROSA Y DELGADA (POR EJEMPLO, MANTA DE CIELO).**
- **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 Maíz de Temporal comparando los rendimientos esperados utilizando el programa de manejo convencional de los productores y el paquete biotecnológico BactoCROP-DUAL y MicoCROP**

		Manejo tradicional sin biofertilizantes		Paquete tecnológico con BactoCROP (\$700°) Y MicoCROP (\$200°)1 aplicación				
		Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción neto (\$/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción bruto (\$/ha)	Costo Paquete Tecnológico BactoCROP/MicoCROP	Valor de producción neto (\$/ha)	Aumento neto del valor de la producción
Año	Precio medio rural (\$/ton)							
2009	\$3,166.04	2.12	\$6,712.00	2.65	\$8,390.01	\$900.00	\$7,490.01	\$778.00
2010	\$3,399.52	1.89	\$6,425.09	2.268	\$7,710.11	\$900.00	\$6,810.11	\$385.02
2011	\$3,917.19	1.93	\$7,560.18	2.4125	\$9,450.22	\$900.00	\$8,550.22	\$990.04
2012	\$4,097.34	2.28	\$9,341.94	2.964	\$12,144.52	\$900.00	\$11,244.52	\$1,902.58
2013	\$3,879.81	2.08	\$8,070.00	2.704	\$10,491.01	\$900.00	\$9,591.01	\$1,521.00
<b>Promedio</b>	<b>\$3,691.98</b>	<b>2.06</b>	<b>\$7,605.48</b>	<b>2.5997</b>	<b>\$9,637.17</b>	<b>\$900.00</b>	<b>\$8,737.17</b>	<b>\$1,115.33</b>


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

**CONCLUSIONES**

Del cuadro anterior se puede concluir que es posible aumentar las ganancias netas obtenidas por hectárea de mango en al menos \$1,115.33° mediante el paquete tecnológico de BactoCROP y MicoCROP.



## Análisis de rentabilidad para el cultivo de Maíz de Riego comparando los rendimientos esperados utilizando el programa de manejo convencional de los productores y el paquete biotecnológico BactoCROP-DUAL y MicoCROP

		Manejo tradicional sin biofertilizantes		Paquete tecnológico con BactoCROP (\$700 <sup>oo</sup> ) Y MicoCROP (\$200 <sup>oo</sup> )1 aplicación				
		Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción neto (\$/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción bruto (\$/ha)	Costo Paquete Tecnológico BactoCROP/MicoCROP	Valor de producción neto (\$/ha)	Aumento neto del valor de la producción
Año	Precio medio rural (\$/ton)							
2009	\$3,389.52	4.53	\$15,354.53	5.6625	\$19,193.16	\$900.00	\$18,293.16	\$2,938.63
2010	\$2,388.49	4.99	\$11,918.57	5.988	\$14,302.28	\$900.00	\$13,402.28	\$1,483.71
2011	\$3,602.51	3.71	\$13,365.31	4.6375	\$16,706.64	\$900.00	\$15,806.64	\$2,441.33
2012	\$4,045.76	4.69	\$18,974.61	6.097	\$24,667.00	\$900.00	\$23,767.00	\$4,792.38
2013	\$3,948.82	4.23	\$16,703.51	5.499	\$21,714.56	\$900.00	\$20,814.56	\$4,111.05
<b>Promedio</b>	<b>\$3,475.02</b>	<b>4.43</b>	<b>\$15,394.34</b>	<b>5.5768</b>	<b>\$19,316.73</b>	<b>\$900.00</b>	<b>\$18,416.73</b>	<b>\$3,153.42</b>

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

### CONCLUSIONES

Del cuadro anterior se puede concluir que es posible aumentar las ganancias netas obtenidas por hectárea de mango en al menos \$3,153.42<sup>oo</sup> mediante el paquete tecnológico de BactoCROP y MicoCROP.



## **Bibliografía**

- Baradas, M.W. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: Handbook of agricultural meteorology. J.F. Griffiths Editor. Oxford Univ. Press. New York. pp. 189-202.
- Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.
- Doorenbos, J. y Kassam, A.H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje No. 33. FAO. Roma. 212 p.
- González de C., M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Ed. Porrúa. México, 305 p.
- Medina G., Cabañas, C.G.B., Ruiz, C.J.A., Madero, T.J., Rubio, D.S., Rumayor, R.A., Luna, F.M., Gallegos, V.C., Gutiérrez, S.R. y Bravo, L.A.G. 2003. Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas. Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRNOC. C. E. Zacatecas. 166 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.
- Santacruz V.V. y Santacruz V.C. 2007. Cultivos poblanos y sus opciones de industrialización. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Editorial Universitaria. El Vedado, Ciudad de la Habana, Cuba. 148 p.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2014. SIAP, SAGARPA, México 2014.