

Recomendaciones para el empleo de BactoCROP-DUAL y MicoCROP en plantaciones de Avena (*Avena sativa* L.).



La Avena (*Avena sativa* L.) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Posee raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales. Sus tallos son gruesos y rectos y pueden variar de medio metro hasta metro y medio y están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos. Las hojas son planas y alargadas; su borde libre es dentado,



el limbo de la hoja es estrecho y largo. La flor es un racimo de espiguillas, situadas sobre largos pedúnculos y el fruto es una cariósida, con las glumillas adheridas. La avena de grano es básicamente de consumo humano y se utiliza en forma de hojuelas y se cocina en sopas, atoles y guisos. La avena como forraje se emplea principalmente en la alimentación del ganado. La avena es rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un gran número de vitaminas y minerales. Es el cereal con mayor proporción de grasa vegetal, un 65% de grasas no saturadas y un 35% de ácido linoleico. También contiene hidratos de carbono de fácil absorción, además de calcio, zinc, cobre, fósforo, hierro, magnesio, potasio, sodio; vitaminas B1, B2, B3, B6 y E. Por otro lado, contiene una buena cantidad de fibras que no son tan importantes como nutrientes, pero que contribuyen al buen funcionamiento intestinal. La avena también contiene pequeñas cantidades de gluten, por lo que no puede ser utilizada como cereal alternativo para la dieta de los celíacos. Es una planta que tiene menor resistencia al frío que la cebada y el trigo. Según los datos más recientes de la FAO (correspondientes a 2012) en cuanto a producción de cereales, la avena es el séptimo cereal más cosechado a nivel mundial con 21,062,972 toneladas y el quinto en España con 681,200 toneladas. Según estos mismos datos, los cinco mayores productores de avena a nivel mundial son: Rusia (4 millones de toneladas), Canadá (2,7 millones de toneladas),

Polonia (1,5 millones de toneladas), Australia (1,3 millones de toneladas) y Finlandia (1,1 millones de toneladas).

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico: *Avena sativa* L.

Nombre común: Avena.

Familia: Poaceae (Gramineae).

Origen: Región Mediterránea (González, 1984).

Distribución: 40° LN a 40° LS (Benacchio, 1982)

Adaptación: Zonas frías y templadas (González, 1984), como cultivo de verano, y, en zonas semicálidas como cultivo de invierno (Aragón, 1995), siempre que haya una temporada de invierno más o menos definida.

Ciclo de madurez: 110-275 días (FAO, 1994).

Tipo fotosintético: C3

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDAFICOS

Altitud: Más de 1500 m en zonas tropicales y subtropicales y desde el nivel del mar en zonas templadas.

Fotoperiodo: Existen cultivares indiferentes a la duración del día, pero de manera natural la avena se considera una especie de día largo (FAO, 1994).

Radiación (Luz): Requiere condiciones intermedias de luminosidad (FAO, 1994).

Temperatura: El rango térmico de desarrollo está entre 5 y 30°C, con un óptimo de 17.5°C (FAO, 1994). Al igual que el trigo, requiere de un periodo de vernalización en las primeras etapas de desarrollo para lograr una buena floración. Es durante el periodo de vernalización cuando se comporta como una especie tolerante al frío, condición que desaparece en las etapas posteriores. La vernalización a 2-5°C por 1 a 7 semanas acelera la emergencia de panículas y produce un mayor número de panículas por planta

Precipitación (agua): Requiere de 400 a 1300 mm por ciclo y tolera sequías no prolongadas (Aragón, 1995). En temporal, se requiere que se acumulen de 250 a 770 mm durante el ciclo de desarrollo, siendo el óptimo 500 mm (FAO, 1994).

Profundidad de suelo: Desarrolla bien en condiciones de mediana profundidad (FAO, 1994), *i.e.*, suelos que comprenden una profundidad efectiva de 40-60 cm.

Textura: Prefiere suelos arcillo-limosos o franco-arcillosos, preferentemente no calcáreos, con buena retención de humedad (Benacchio, 1982).

Drenaje: Requiere suelos con buen drenaje (FAO, 1994).

pH: Desarrolla en un rango de pH de 4.5 a 7.5 con un óptimo de 6.0 (FAO, 1994).

Salinidad/Sodicidad: Presenta ligera tolerancia a la salinidad (FAO, 1994).

Fertilidad del suelo: Este cultivo absorbe aproximadamente 23 kg de N, 7.5 kg P₂O₅, 6.2 kg de K₂O, 2.0 kg de S y un poco más de 1 kg de Mg y Ca por cada tonelada de grano producida (Lazcano, 2001).

MANEJO AGRONÓMICO Y SANITARIO

Preparación del terreno. El terreno debe prepararse con el fin de obtener un suelo adecuado para la germinación y crecimiento del cultivo. Las prácticas culturales deben incluir barbecho (aflojar la tierra para que contenga suficiente aire y suficiente capacidad de almacenamiento de agua) y rastreo (crear una cama superficial fina para la germinación de las semillas.).

Época de siembra. Para riego, se recomienda la siembra de avena del 15 de febrero al 1 de marzo para obtener los mejores rendimientos. Para temporal, es posible sembrar con los primeros 25 mm de lluvia, lo cual puede ocurrir entre noviembre y enero; siembras más tardías no son recomendables debido al riesgo de que no haya suficiente humedad para las etapas iniciales o de desarrollo, lo cual puede provocar que se presenten muy bajos rendimientos.

Método y densidad de siembra. Se pueden utilizar diferentes métodos de siembra, dependiendo de la disponibilidad de maquinaria y pendiente del terreno. Cuando el terreno es más plano, se recomienda utilizar la sembradora de granos pequeños, con una separación de 17 a 20 cm entre hileras y a una profundidad de 6 cm. Al final se levantan bordos de entre 30 y 40 cm de altura para formar melgas con el fin de facilitar el riego uniforme. Para el caso de terrenos con pendiente baja, se recomienda el uso de corrugaciones o surcos, de aproximadamente 15 cm de profundidad y una separación de 92 cm entre surcos. La siembra se realiza de la misma forma descrita para la siembra con melgas. La cantidad de semilla es similar para ambos métodos de siembra; 120 a 140 kg/ha de preferencia semilla de buena calidad con un 85% de germinación.

Fertilización. La aplicación de fertilizante debe ser de 100-70-00, fórmula que debe ser aplicada al momento de la siembra. La fertilización en condiciones de temporal depende mayormente de la cantidad de lluvia que recibe el cultivo durante el desarrollo del cultivo. El nitrógeno es el nutriente más importante, y generalmente se sugieren de 30 a 80 kilogramos por hectárea, requiriéndose menores cantidades en años secos. Se

recomienda tirar el fertilizante junto con la semilla para que quede incorporado al tapar la semilla. En caso de no haber fertilizado a la siembra y que se esté presentando un buen temporal (buenas precipitaciones) se pueden aplicar de 20 a 40 kilogramos de nitrógeno por hectárea en la etapa de amacollamiento, justo antes de la aparición del primer nudo.

Riegos. Se sugiere aplicar el primer riego al momento de la siembra, y cinco riegos de auxilio durante las etapas de amacollamiento (30-35 días), encañe (45-60 días), embuche (70-85 días), floración (75-90 días) y llenado de grano (95-110 días).

Plagas y enfermedades

La plaga más común es el pulgón de la espiga, el cual aparece durante la etapa de embuche hasta la etapa de grano masoso. Las plagas que se pueden presentar en forma esporádica son los pulgones del cogollo y del follaje, pero estos causan un daño mínimo y por lo tanto no se requiere control. Los cereales como la avena y la cebada presentan enfermedades que pueden ser importantes bajo ciertas condiciones ambientales y que incluyen:

- **Royas.** Pueden atacar las hojas y tallos de cebadas y en menor proporción de avenas, disminuyendo la producción y calidad del forraje. Se caracterizan por presentar lesiones redondas u ovaladas de color amarillo naranja a café rojizo.
- **Carbones.** Hay dos tipos de carbón, el carbón volador o descubierto y el carbón cubierto. Los síntomas aparecen hasta después del espigamiento y consisten en la aparición de una masa de esporas de color negro olivo que reemplaza el lugar de los granos. El carbón descubierto es controlado usando semilla certificada y con tratamiento de las semillas con fungicidas sistémicos.
- También se pueden presentar problemas de cenicilla, escaldadura y helminthosporiosis, pero sin llegar a ser un problema económico importante.

Cosecha. Dependiendo de la variedad, la cosecha se realiza entre 120 a 130 días después de la siembra. La cosecha debe hacerse con trilladora combinada, cuando el grano tenga aproximadamente 13% de humedad. Es importante ajustar en forma apropiada la maquinaria con el fin de obtener buena calidad del grano.

Heno. Para la cosecha se debe tener en consideración la calidad y cantidad de forraje que queremos obtener, lo que va a depender principalmente del estado de madurez a que el forraje es cosechado. Además, en temporal se debe de tener en cuenta la cantidad de lluvia recibida, pues puede ser conveniente cortar antes de lo previsto si no se espera suficiente lluvia para que el cultivo llegue a estados de desarrollo avanzados.

Pastoreo. Estos cereales también se pueden pastorear, aunque se debe de considerar pérdidas por pisoteo del 20 al 35%. Para el pastoreo de animales jóvenes (140-250 Kg de

peso) es recomendable hacerlo poco antes del espigamiento del cereal para obtener las máximas ganancias de peso. Por otro lado, se debe tener cuidado de no pastorear demasiado tierno el cereal, o de fertilizar con niveles altos de nitrógeno, ya que podría haber problemas de intoxicación por nitratos, lo que podría provocar la muerte de los animales.

Ensilado. La cebada y avena producirán hasta el doble de nutrientes digestibles cuando se ensilan que si son cosechados para grano, pero es más difícil hacer un ensilado de excelente calidad con estos que con otros cultivos comúnmente utilizados para el ensilado, como el maíz o el sorgo. Por lo anterior, es mejor utilizarlos en forma de heno, pastura verde o pastoreo directo. Para realizar el ensilado de los cereales, es necesario que la humedad al momento del corte sea entre el 60 y 70% (estado de masa blanda). En el estado de floración, la humedad del forraje es demasiada alta para realizar el ensilado directamente, por lo que debe secarse hasta que alcance la humedad recomendada. Puede ser necesaria la utilización de preservativos químicos, tales como el ácido acético y/o propiónico. También es importante compactar muy bien el forraje y sellar el silo para evitar al máximo el contacto con el aire.

IMPORTANCIA ECONÓMICA

La avena ocupa el séptimo lugar entre los granos y cereales producidos en el mundo, con el 1.2% de la producción entre los ciclos 2000/01 y 2010/11. Los principales cereales y granos cuentan con las siguientes participaciones: maíz (34.9%), trigo (30.3%), arroz (20.6%), cebada (6.9%), sorgo (3.0%) y el mijo (1.5%). La producción de avena ha disminuido en el mundo desde los años 80's, debido al incremento en la producción de otros cultivos, como el maíz, trigo y arroz. En los últimos tres ciclos (2007/08 a 2009/10) la superficie cosechada de avena en el mundo fue en promedio de 12.7 millones de hectáreas, con una producción de cerca de 25.3 millones de toneladas. El rendimiento promedio alcanzado fue de 2.0 toneladas por hectárea en ese periodo.

Entre los principales países productores de avena encontramos a la Unión Europea con el 34.3% de la producción, Rusia, con el 21.9%, Canadá con el 15.6%, Estados Unidos con el 5.2% y Australia con el 5.2%. Entre estos cinco países se cosechó el 74.9% de la superficie mundial de avena y se produjo el 82.2% del cereal.

La avena grano es el cuarto cereal más producido en México con una participación del 0.5% de la producción total de cereales. En los primeros lugares encontramos al maíz (81.7%), trigo (16.7%) y arroz (1.1%).

Los rendimientos han sido muy variables del año 2000 al año 2009, en que han oscilado entre 1.41 a 2.03 toneladas por hectárea.

Chihuahua es el principal estado productor de avena grano en México, con el 69.3% del volumen la producción entre los años de 2007 a 2009. El Estado de México, Durango, Zacatecas e Hidalgo le siguen en importancia y cuentan con el 11.5%, 9.4%, 4.6% y 3.5% de la producción, respectivamente.

La avena forrajera ocupa el tercer lugar en producción de veinticuatro cultivos forrajeros de México, con aproximadamente el 9.8% de producción total. Los primeros lugares son ocupados por los pastos y la alfalfa verde que cuentan con el 41.9% y 27.2% de la producción. Los rendimientos se han incrementado en el periodo de 1997 a 2009 en cerca de 40%, pasando de una producción por hectárea de 9.9 toneladas a 13.8. Chihuahua es el principal estado productor de avena forrajera, con el 31.3% de la producción entre los años de 2007 a 2009. Durango es el segundo con el 15.5%, el Estado de México ocupó la tercera posición con el 14.3%. En seguida encontramos a Zacatecas y Coahuila con el 13.2% y 5.5%, respectivamente.

En el caso de producción de semilla de avena en México, solo cuatro entidades participan en su cultivo: Chihuahua, Durango, Hidalgo y Michoacán, con rendimientos promedio de 3.2 toneladas de semilla de avena por hectárea.

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.

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 aspersion 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.




BactoCROP-Dual^{M.R.}

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*, *Phytium*, *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 formulado a base de suelo esterilizado y raíces 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.


Recomendaciones de manejo biológico con BactoCROP-DUAL y MicoCROP en plantaciones de Avena (*Avena sativa*)

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, empleé la dosis de BactoCROP rotulada como tratamiento a la semilla.
 3. Vacíe el contenido de la dosis de BactoCROP rotulada como 'tratamiento a la semilla' en el contenedor y posteriormente el adherente.
 4. Agregue el contenido de la bolsa de la micorriza MicoCROP y mezcle en seco.
 5. Agregue de 15 a 16 litros de agua y mezcle perfectamente el biofertilizante BactoCROP y la micorriza.
 6. Agregue la semilla (120 a 140 kg) y mezcle perfectamente.
 7. 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.
 8. De un mes a un mes y medio después de la siembra en campo, y en las etapas entre amacollamiento y encañe, debe utilizarse la segunda bolsa de BactoCROP etiquetada como 'tratamiento foliar'.
 9. 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. 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 royas.
- 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 avena para forraje 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-DUAL (\$700 ^{oo}) y MicoCROP (\$200 ^{oo})				
		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)							
2009	\$265.66	27.16	\$7,215.33	33.95	\$9,019.16	\$900.00	\$8,119.16	\$903.83
2010	\$283.16	25.89	\$7,331.01	32.88	\$9,310.39	\$900.00	\$8,410.39	\$1,079.37
2011	\$401.42	20.97	\$8,418.98	25.80	\$10,355.35	\$900.00	\$9,455.35	\$1,036.37
2012	\$472.12	25.06	\$11,831.33	32.08	\$15,144.10	\$900.00	\$14,244.10	\$2,412.77
2013	\$451.43	24.68	\$11,139.49	31.09	\$14,035.75	\$900.00	\$13,135.75	\$1,996.27
Promedio	\$374.76	\$24.75	\$9,187.23	\$31.16	\$11,572.95	\$900.00	\$10,672.95	\$1,485.72


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 forraje en al menos \$1,485.72^{oo} mediante el paquete tecnológico de BactoCROP y MicoCROP.



Análisis de rentabilidad para el cultivo de avena para grano 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-DUAL (\$700 ^{oo}) y MicoCROP (\$200 ^{oo})				
		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)							
2009	\$3,630.83	2.92	\$10,598.39	3.65	\$13,247.99	\$900.00	\$12,347.99	\$1,749.60
2010	\$2,700.18	3.31	\$8,932.20	4.20	\$11,343.89	\$900.00	\$10,443.89	\$1,511.69
2011	\$4,394.36	3.28	\$14,391.53	4.03	\$17,701.58	\$900.00	\$16,801.58	\$2,410.05
2012	\$6,958.10	3.50	\$24,374.22	4.48	\$31,199.01	\$900.00	\$30,299.01	\$5,924.78
2013	\$4,229.56	3.54	\$14,989.56	4.47	\$18,886.85	\$900.00	\$17,986.85	\$2,997.29
Promedio	\$4,382.61	\$3.31	\$14,657.18	\$4.17	\$18,475.86	\$900.00	\$17,575.86	\$2,918.68

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 avena para grano en al menos \$2,918.68^{oo} mediante el paquete tecnológico de BactoCROP y MicoCROP.



Bibliografía

- Aragón P. de L., L.H. 1995. Factibilidades agrícolas y forestales en la República Mexicana. Ed. Trillas. México. 177 p.
- 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.
- 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.
- González de C., M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Ed. Porrúa. México, 305 p.
- Lazcano F., I. 2001. Considere la extracción de nutrientes por la avena cuando planea su programa de fertilización. *Informaciones Agronómicas*, 4(6):5. Instituto de la Potasa y el Fósforo.
- 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.