

SAGARPA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PECUARIA Y ALIMENTACIÓN



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

AGENDA TÉCNICA AGRÍCOLA SINALOYA



Directorio

MTRO. JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA

Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA

MTRO. JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ

Subsecretario de Agricultura, SAGARPA

LIC. RICARDO AGUILAR CASTILLO

Subsecretario de Alimentación y Competitividad, SAGARPA

MTRA. MELY ROMERO CELIS

Subsecretaria de Desarrollo Rural, SAGARPA

MTRO. MARCELO LÓPEZ SÁNCHEZ

Oficial Mayor, SAGARPA

DR. LUIS FERNANDO FLORES LUI

Director General del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias,

INIFAP

MTRA. PATRICIA ORNELAS RUIZ

Directora en Jefe del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP

MVZ. ENRIQUE SÁNCHEZ CRUZ

Director en Jefe del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria,

SENASICA

LIC. MARÍA SOFÍA VALENCIA ABUNDIS

Directora General de Desarrollo de Capacidades y Extensionismo, SAGARPA

ING. MARCO ANTONIO CARREÓN ZUÑIGA

Director Regional del Centro de Investigación Regional Noroeste, CIRNO

DR. JUAN MANUEL RAMÍREZ DÍAZ

Director de Investigación del Centro de Investigación Regional Noroeste, CIRNO

MTRO. LUIS ALBERTO AVILES MUÑOZ

Director de Administración del Centro de Investigación Regional Noroeste, CIRNO

AGENDA TÉCNICA AGRÍCOLA

SINALOA

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PECUA Y ALIMENTACIÓN



inirap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Agenda Técnica Agrícola de Sinaloa

© Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Progreso Núm. 5,

Col. Barrio de Santa Catarina,

Delegación Coyoacán,

C.P. 04010, Ciudad de México.

Impreso en México

2017

Fotografías: INIFAP.

Cartografía: INEGI, SIAP.



Presentación

El INIFAP participa en los programas de extensionismo rural prácticamente desde su creación. Esta estrategia de desarrollo del campo mexicano pretende una agricultura más productiva, competitiva, rentable, eficiente y sustentable, de tal manera que los principales actores de la cadena agroalimentaria y los productores primarios, preferentemente de los estratos económicos más bajos y mejoren su calidad de vida.


Bajo este entorno es que el INIFAP tiene un papel determinante en dicha estrategia, ya que es la institución generadora de conocimientos y tecnologías agrícolas que benefician a los productores primarios del medio rural en todas las regiones agroecológicas del país. Los paquetes tecnológicos, integrados en las agendas técnicas, se pondrán a disposición y al alcance los productores agrícolas, para que hagan de ellos una herramienta que les permita reducir de costos de producción, o bien en incrementar ingresos por venta de sus productos.

Los aliados fundamentales en la estrategia de desarrollo rural son los extensionistas distribuidos en las 32 entidades federativas de la República, de quienes se espera sean los usuarios de estas Agendas Técnicas Agrícolas que los proveen de los conocimientos para ser los agentes de cambio que México necesita, debido a que fungen como enlaces entre los productores primarios y el personal científico del INIFAP; por lo que, con su apoyo se pretende lograr coberturas más amplias en la transferencia de conocimientos tecnológicos para así contribuir en aumentar la competitividad del campo mexicano.

La comunidad científica de las universidades que atienden al sector agrícola tendrá la oportunidad de tener un material de enseñanza a manera de paquetes tecnológicos que les permitirán una mejor comprensión de la implementación de las innovaciones agrícolas a los próximos profesionistas que atenderán las necesidades de los agricultores en diversos tópicos y componentes tecnológicos, con lo que estarán contribuyendo a la transformación y mejoramiento de la producción agrícola.

Por lo antes mencionado, el acervo de conocimientos plasmados en las Agendas Técnicas Agrícolas que comprenden alrededor de 100 sistemas producto serán una palanca que impulse a todos los productores agrícolas a lograr un México mejor.

DR. LUIS FERNANDO FLORES LUI
Director General del INIFAP








Índice

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Generalidades del estado de Sinaloa | 9 |
| Paquetes tecnológicos | |
| Cártamo | 13 |
| Frijol | 27 |
| Garbanzo de riego | 48 |
| Garbanzo temporal | 60 |
| Maíz | 65 |
| Sorgo de riego | 97 |
| Sorgo de temporal | 111 |
| Soya de grano | 115 |
| Soya de semilla | 133 |
| Trigo | 138 |
| Praderas de temporal | 153 |
| Mijo | 159 |
| Alfalfa | 169 |
| | |
| Abreviaturas | 179 |
| Anexos. Mapas del estado de Sinaloa | 181 |
| Agradecimientos | 208 |

Índice de tablas

| | |
|---|-----------|
| Tabla 1. Densidad de siembra en el cultivo de cártamo en Sinaloa. | 16 |
| Tabla 2. Principales insectos que atacan al cultivo de cártamo, insecticidas, dosis y épocas de aplicación. | 21 |
| Tabla 3. Normas de humedad y calidad de la semilla. | 25 |
| Tabla 4. Labores de preparación del suelo en el cultivo de frijol. | 29 |
| Tabla 5. Principales características agronómicas de algunas variedades de frijol sugeridas para Sinaloa. | 30 |



| | |
|---|-----------|
| Tabla 6. Dosis de nitrógeno para frijol según análisis de suelo. | 34 |
| Tabla 7. Principales plagas que atacan al cultivo de frijol, insecticidas, dosis y épocas de aplicación. | 41 |
| Tabla 8. Características agronómicas de las variedades de garbanzo. | 50 |
| Tabla 9. Densidad de siembra de garbanzo blanco por variedad, método de siembra y tamaño de semilla. | 51 |
| Tabla 10. Dosis de nitrógeno para garbanzo con base en análisis de suelo. | 52 |
| Tabla 11. Principales insectos que atacan al cultivo de garbanzo, insecticidas, dosis y épocas de aplicación. | 56 |
| Tabla 12. Características agronómicas de las variedades de garbanzo. | 61 |
| Tabla 13. Densidad de siembra de garbanzo blanco por variedad, método de siembra y tamaño de semilla. | 62 |
| Tabla 14. Disminución del rendimiento en porciento de acuerdo con el nivel de sales solubles o conductividad eléctrica. | 67 |
| Tabla 15. Híbridos de maíz evaluados en 2015 y 2016 en CEVAF para fines de recomendación del CCRVP. | 69 |
| Tabla 16. Contenido de fósforo en el suelo de acuerdo con el método de análisis utilizado y su interpretación. | 75 |
| Tabla 17. Niveles de potasio extraído con acetato de amonio y su interpretación, en suelos de regiones semiáridas y templadas de acuerdo con el grupo textural. | 75 |
| Tabla 18. Dosis de fósforo recomendada para maíz con base en el nivel en el suelo y la meta de rendimiento. | 75 |
| Tabla 19. Dosis de potasio sugeridas de acuerdo con su nivel en el suelo, el cultivo y la meta de rendimiento. | 76 |
| Tabla 20. Fenología y consumo de agua en cada una de las etapas fenológicas del maíz (Ojeda <i>et al.</i> , 2006). | 78 |
| Tabla 21. Distribución de riegos recomendada para maíz en suelos con humedad aprovechable mayor de 130 mm/m sembrados dentro del período sugerido. | 79 |
| Tabla 22. Efecto del número de riegos con el rendimiento en el cultivo de maíz en el norte de Sinaloa. (INIFAP-CIRNO-CEVAF, 2003). | 80 |

| | |
|--|------------|
| Tabla 23. Relación del período (mS) de TDR200 (20 cm) y el contenido volumétrico de humedad (%) en dos texturas. | 83 |
| Tabla 24. Principales insectos que atacan al cultivo de maíz, insecticidas, dosis y épocas de aplicación. | 90 |
| Tabla 25. Principales características agronómicas de los híbridos y variedades de sorgo bajo riego. | 98 |
| Tabla 26. Dosis de nitrógeno para sorgo con base en el análisis de suelo. | 101 |
| Tabla 27. Herbicidas, dosis y época de aplicación para controlar la maleza en sorgo. | 103 |
| Tabla 28. Principales insectos que atacan al cultivo de sorgo, insecticidas, dosis y épocas de aplicación. | 107 |
| Tabla 29. Densidad de siembra (kg/ha) con semilla de soya de diferente tamaño. | 120 |
| Tabla 30. Calendario de riegos para soya de acuerdo con el tipo de suelo. | 122 |
| Tabla 31. Principales insectos que atacan al cultivo de soya, insecticidas, dosis y épocas de aplicación. | 128 |
| Tabla 32. Variedades de trigo sugeridas para la siembra en Sinaloa. | 139 |
| Tabla 33. Dosis de nitrógeno requerido para fertilizar el trigo según su nivel en el suelo. | 142 |
| Tabla 34. Calendario de aplicación de riegos en trigo para los Valles del Carrizo, del Fuerte y Guasave. | 144 |
| Tabla 35. Principales insectos que atacan al cultivo de trigo, insecticidas, dosis y épocas de aplicación. | 148 |
| Tabla 36. Especies de pastos y su requerimiento agroecológico. | 154 |
| Tabla 37. Herbicidas, dosis y época de aplicación para controlar maleza en alfalfa. | 174 |
| Tabla 38. Materias activas, dosis y presentación de productos. | 175 |





Índice de figuras

| | |
|--|-----------|
| Figura 1. Siembra tradicional en terreno labrado. | 68 |
| Figura 2. Siembra directa en terreno sin preparación y con cobertura de paja. | 68 |
| Figura 3. Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento de maíz en Sinaloa. | 70 |
| Figura 4. Estimación de las constantes de humedad (CC y PMP) y humedad aprovechable ($HA=CC-PMP$) a partir de la textura del suelo en Sinaloa. | 79 |
| Figura 5. Efecto del contenido de humedad (θ) en el rendimiento para cultivos sensible y resistente a la sequía (IMTA-INIFAP, 2010). | 81 |
| Figura 6. TDR-SPECTRUM 300 equipo portátil para programación de riegos. | 82 |
| Figura 7. Componentes del balance hídrico de la zona de raíces. | 84 |
| Figura 8. Diagrama de flujo para la programación integral y gestión del riego en tiempo real a través de internet con la plataforma IRRIMODEL. | 85 |





Generalidades del estado de Sinaloa

Ubicación geográfica

Situado en la parte norte de la costa del océano Pacífico, entre los meridianos 105°22' y 109°30' de longitud oeste, y los paralelos 22°27' y 27°03' de latitud norte.

Superficie: 58,092 kilómetros cuadrados (2.95 % del total nacional).

Límites: Limita al norte con Sonora, al noreste con Chihuahua, al este con Durango, al sur con Nayarit, y al oeste con el golfo de California y el océano Pacífico.

Orografía: En el territorio sinaloense se distinguen dos regiones: la sierra (Sierra Madre Occidental) y la planicie costera, aunque a ésta penetran algunas ramificaciones de aquélla. A medida que avanza hacia el extremo meridional, la sierra se va acercando al mar y deja pocas áreas de cultivo. También se localizan importantes cadenas montañosas, entre las cuales destacan las sierras Espinazo del Diablo, Los Frailes y San Juan del Candelero. Los suelos varían en color, desde los castaños de la costa, los amarillos de los bosques, hasta los negros en la Sierra Madre Occidental. El trópico de Cáncer atraviesa la entidad en las cercanías del puerto de Mazatlán.

Hidrografía

Los numerosos ríos que nacen en las sierras de Chihuahua y Durango (en las quebradas y flancos de la vertiente poniente de la Sierra Madre Occidental) surcan el territorio de Sinaloa, de este a oeste, bajando con fuertes pendientes hacia el océano Pacífico. Los principales son, a partir del norte, El Fuerte, Sinaloa, Culiacán, San Lorenzo, Elota, Piaxtla, Quelite, Presidio, Baluarte y Las Cañas.

El sistema fluvial permite a Sinaloa contar con el agua suficiente para regar toda el área agrícola disponible en el estado, gracias a la presa Adolfo López Mateos (El Humaya), sobre la corriente del río Humaya y cuya capacidad de almacenamiento es de 4,064 millones de metros cúbicos (m³); la presa Miguel



Hidalgo (El Mahone), sobre la corriente del río Fuerte, con una capacidad de 3,335 millones de m³; y otras como Bacurato (río Sinaloa), Sanalona (río Tamazula), Comedero (río San Lorenzo).

Estas presas se utilizan principalmente para riego, generación de energía eléctrica y control de avenidas. El litoral tiene una longitud de 640 kilómetros, el cual corresponde en su mayoría al golfo de California. Las bahías más importantes son las de Mazatlán, Altata, Topolobampo y Agiabampo.

Clima y temperatura

En el estado de Sinaloa se presenta un clima cálido subhúmedo en la Sierra Madre Occidental y un clima cálido semiseco en el resto de la entidad, con temperaturas medias anuales mayores a 22 °C, excepto en las zonas más altas de la sierra, en donde la temperatura media anual es de 18 a 22 °C.

La distribución de la lluvia varía desde una precipitación normal anual mínima de 233 mm en la estación “Mochicahui” (al noroeste de la entidad, cerca de la costa), hasta una máxima de 1,412 mm en la estación “Pánuco”, con una precipitación normal anual promedio de 729 mm. En general, las lluvias ocurren en verano, estación en la cual se presentan, con cierta frecuencia, perturbaciones ciclónicas provenientes del océano Pacífico.

Indicadores socioeconómicos

Población: 2,958,691 habitantes; 2.5 % del total del país.

Distribución de población: 74 % urbana y 26 % rural; a nivel nacional el dato es de 78 y 22 %, respectivamente.

Escolaridad: 9.1 años (secundaria terminada), tercero de secundaria; 8.6 el promedio nacional.

Hablantes de lengua indígena de 5 años y más: 0.9 % mayo; a nivel nacional 6 % son hablantes de lengua indígena.

Sector de actividad que más aporta al PIB estatal: comercio.

Aportación al PIB nacional: 2 %.

División política: El estado de Sinaloa se integra por 5,247 localidades distribuidas en 18 municipios.

Centros de población más importantes: Culiacán (la capital), Mazatlán (puerto turístico de importancia), Los Mochis, Guamuchil, Ahome, Guasave, Escuinapa de Hidalgo y Navolato.

Datos históricos: Hay varias versiones acerca del significado del nombre de la entidad. La más aceptada dice que la palabra Sinaloa viene de la lengua cahita y se compone de las voces sina, que significa pitahaya y lobola, que quiere decir redondeado. Así, Sinalobola, es decir, pitahaya redonda, más tarde se convirtió en Sinaloa.

El Acta Constitutiva de la Federación de enero de 1824, reunió a Sinaloa y Sonora en el llamado Estado de Occidente, pero en octubre de 1830 el Congreso de la Unión expidió un decreto por el que se dio oficialmente la división del Estado de Occidente en los actuales estados de Sonora y Sinaloa.

Escudo del estado

El escudo de armas de Sinaloa tiene forma oval, que en realidad es una estilización de la pitahaya, fruta de un cardón que crece en las zonas semidesérticas de México y que da su nombre al estado. Por ello, la bordura del escudo recuerda el color de esa fruta; sobre la bordura hay unos puntos estrellados que son la evocación de las espigas de la pitahaya. Las huellas de pisadas representan el peregrinaje de poblaciones tribales que pasaron por este territorio. El número 1831 es el año en que Sinaloa se integra como entidad federativa de los Estados Unidos Mexicanos. El escudo está dividido en cuatro cuarteles, que simbolizan las cuatro poblaciones más emblemáticas de Sinaloa: el superior izquierdo, Culiacán; el superior derecho, El Fuerte; el inferior izquierdo, Rosario, y el inferior derecho, Mazatlán. El águila evoca al escudo usado cuando Sinaloa y Sonora conformaron el Estado de Occidente.

Personajes ilustres

Salvador Alvarado Rubio (1880-1924). Militar y estadista mexicano que participó en la Revolución Mexicana, general del Ejército Constitucionalista bajo las órdenes de Venustiano Carranza. Fue gobernador de Yucatán de 1915





a 1917. El municipio Salvador Alvarado en el estado de Sinaloa, lugar donde nació, lleva su nombre en honor a él.

Óscar Liera (1946-1990). Dramaturgo y director teatral mexicano. Es considerado uno de los creadores escénicos más importantes de la segunda mitad del siglo XX. Fue un destacado integrante de la Nueva Dramaturgia Mexicana. Es reconocido por sus características obras en las que, con humor, crítica despiadadamente a la Iglesia y el Estado; por sus originales y novedosas estructuras dramatúrgicas pero, sobre todo, por el profundo amor que le tenía a su tierra y a su gente. El valor de su obra radica en haber sido el precursor de todo un movimiento, un estilo de teatro: la recuperación de la cultura patrimonial. Compuso 36 obras teatrales; algunas de las más destacadas son *El camino rojo a Sabaiba*, *El jinete de la divina providencia*, *Los negros pájaros del adiós* y *Los camaleones*. Fundó el Taller de Teatro de la Universidad Autónoma de Sinaloa (Tatuas).

Gilberto Owen Estrada (1904-1952). Poeta mexicano. Ocupó cargos diplomáticos diversos. Fue autor de *Desvelo* (1923, editado de manera póstuma), *La llama fría* (1925), *Novela como nube* (1926), *Línea* (1930) y *Perseo vencido* (1948).



CÁRTAMO

Introducción

El cártamo es una alternativa de siembra para el estado de Sinaloa y las razones por las cuales se considera estratégico son las siguientes: por su demanda comercial, sus bajos costos de producción, su gran capacidad para extraer la humedad del suelo y su excelente adaptación en la región noroeste de México. Para alcanzar buenos resultados es necesario el uso de nuevas tecnologías; sobre todo variedades resistentes a enfermedades que lo conviertan en una opción más segura y rentable.

Zonas de producción

El cártamo en Sinaloa se siembra en los valles del Fuerte y El Carrizo, en la zona norte del estado, y agrupa a los municipios Choix, El Fuerte y Sinaloa de Leyva, además de Ahome y Guasave. En la zona centro reúne a los municipios Badiraguato, Culiacán, Navolato, Angostura, Salvador Alvarado, Mocorito y Elota.

Suelo

Los suelos predominantes en las áreas de producción de la zona norte del estado son de “barrial” y de aluvión; el primero generalmente se localiza en los valles



y el segundo en las márgenes de los ríos. En la zona centro, donde se siembra el cártamo, dominan los suelos arcillosos, con pendientes de 2 hasta 20 por ciento (%); sin embargo, existen aluviales. Los más adecuados para la siembra de cártamo son los de textura migajón-arcillosa, arcillo-limosa y arcillo-limo-arenosa; profundos y fértiles, con subsuelo permeable y con una concentración mínima de sales. También se desarrolla bien en suelos arcillosos o de “barrial”; aunque en éstos se debe tener mayor cuidado en el uso y manejo del agua de riego, ya que es necesario evitar encharcamientos y riegos pesados.

Preparación del terreno

En suelos de “barrial” se sugiere cincelar (cada dos o tres años) a una profundidad de 40 a 50 centímetros (cm) y barbechar a una profundidad de 25 a 30 cm, así como rastrear y nivelar lo mejor posible el terreno para facilitar el manejo del agua de riego; en suelos de aluvión es suficiente con realizar dos rastreos, nivelar y formar los bordos para aplicar el riego de presiembra.

Variedades

Las variedades de cártamo que se recomiendan para el estado de Sinaloa son Ciano-ol, Ciano-lin, RC-1002-l, RC-1005-l y RC-1033-l, las cuales fueron obtenidas en el INIFAP y tienen la característica de ser tolerantes a falsa cenicilla, principal enfermedad que afecta al cultivo de cártamo en Sinaloa y el resto del país. Las características que presentan las variedades propuestas para Sinaloa se describen a continuación:

Ciano-ol: Es una variedad oléica de ciclo vegetativo intermedio. En su período óptimo de siembra, la floración inicia a los 101 días y la madurez fisiológica a los 141 días. La planta tiene una altura promedio de 130 cm y hábito de crecimiento determinado y erecto. Las hojas son de color verde claro, de forma ovoide y con bordes aserrados. Las flores frescas son de color amarillo y al secarse se tornan color naranja. La semilla contiene un promedio de 37.4 % de aceite y 20 % de proteína. El aceite es del tipo oleico, con un promedio de 75 % de ácido oleico y 12.5 % de ácido linoleico, con un peso específico de 52 kilogramos por hectolitro (kg/hl).

Ciano-lin: Variedad linoleica de ciclo vegetativo intermedio. En su período óptimo de siembra, la floración inicia a los 104 días y la madurez fisiológica a los 143 días. La planta tiene una altura promedio de 140 cm y hábito de crecimiento determinado y erecto. Las hojas son de color verde claro, de forma

ovoide con bordes aserrados. Las flores frescas son de color amarillo y así permanecen al secarse. La semilla contiene un promedio de 41.5 % de aceite y 18 % de proteína. El aceite es linoleico y con 79.6 % en promedio de ácido linoleico y 11.5% de ácido oleico, con un peso específico de 51.6 kg/hl.

RC-1002-I: Variedad linoleica de ciclo vegetativo intermedio. En su periodo óptimo de siembra, la floración inicia a los 100 días y la madurez fisiológica a los 140 días. La planta tiene una altura promedio de 140 cm y hábito de crecimiento determinado y erecto. Las hojas son de color verde claro, de forma ovoide, con el borde aserrado. Las flores frescas son de color amarillo y al secarse se tornan color naranja. La semilla contiene un promedio de 40.5 % de aceite y 19 % de proteína. El aceite es del tipo linoleico en 78.6 % y 11.8 % de ácido oleico, con un peso específico de 51.2 kg/hl.

RC-1005-I: Variedad linoleica de ciclo vegetativo intermedio-tardío. En el período óptimo de siembra, la floración inicia a los 106 días y la madurez fisiológica a los 143 días. Su altura es de alrededor de 145 cm y hábito de crecimiento determinado y erecto. Las hojas son de color verde claro, de forma ovoide, con el borde aserrado. Las flores frescas son de color amarillo y así permanecen al secarse. La semilla contiene 41.9 % de aceite y 18 % de proteína. El aceite es del tipo linoleico y con un promedio de 77 % de ácido linoleico y 12 % de ácido oleico, con un peso específico de 51.2 kg/hl.

RC-1033-I: Variedad linoleica de ciclo vegetativo intermedio-tardío. En el período óptimo de siembra, la floración inicia a los 106 días y la madurez fisiológica a los 146 días. Altura promedio de 150 cm y hábito de crecimiento determinado y erecto. Las hojas son de color verde claro, de forma ovoide, con borde aserrado. Las flores frescas son de color amarillo y así permanecen al secarse. La semilla contiene un promedio de 40.8 % de aceite y 19 % de proteína. El aceite es del tipo linoleico con un promedio de 77.7 % de ácido linoleico y 12 % de ácido oleico, con un peso específico de 52.5 kg/hl.

Época de siembra

Uno de los factores más importantes para la obtención de buenos rendimientos en cártamo es la fecha de siembra. En el área de riego se pueden obtener resultados favorables en siembras comprendidas entre el 15 de noviembre al 31 de diciembre; sin embargo, las fechas óptimas abarcan del 15 de noviembre





al 15 de diciembre.

En fechas tempranas se puede lograr buenos rendimientos, con la desventaja de que su ciclo vegetativo se alarga y el cultivo queda expuesto más tiempo a plagas y enfermedades. Por el contrario, en fechas posteriores a las recomendadas, el ciclo vegetativo se acorta y se reduce el rendimiento como consecuencia de una disminución en el número de capítulos por planta, el número de granos por capítulo y el peso hectolítrico, además de que puede llegar a reducirse el contenido de aceite y la concentración del ácido en el grano.

Método y densidad de siembra

En suelos de “barrial” donde se apliquen riegos de auxilio puede sembrarse en seco o húmedo en el lomo del surco; mientras que en suelos de “aluvión” debe sembrarse en surco o en plano y a “tierra venida”. En ambos casos, la distancia entre surcos sugerida varía de 75 a 80 cm en siembras con una hilera y de 92 a 100 cm con dos hileras.

Se aconseja una densidad de siembra de 200 mil semillas por hectárea (ha) en fechas de siembra tempranas y hasta 240 mil semillas por hectárea en siembras tardías; el número de semillas por metro (m) por hilera para lograr dichas poblaciones se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Densidad de siembra en el cultivo de cártamo en Sinaloa.

| Separación de surcos (cm) | Fecha de siembra | |
|---------------------------|---------------------|--------|
| | Temprana | Tardía |
| Hilera sencilla | | |
| 75 | 15 | 18 |
| 80 | 16 | 19 |
| 92 | 18 | 22 |
| Doble hilera | Semillas por hilera | |
| 92 | 9 | 11 |
| 100 | 10 | 12 |

Riegos

El rendimiento de cártamo se reduce de manera significativa si se presentan deficiencias de humedad en el suelo durante las etapas fenológicas de

ramificación, formación de botones florales y floración. Estas etapas fenológicas, junto con el tipo de suelo y las condiciones climatológicas prevalecientes, determinan el número y la frecuencia de riegos por aplicar.

El cártamo es muy sensible a los excesos de humedad en el suelo, por lo tanto, es importante que los riegos que se apliquen sean “ligeros”. Para lograr esto, es necesario nivelar bien el terreno, surcar en la dirección de mayor pendiente, ajustar la longitud o “tirada” de los surcos a distancias no mayores de 250 m (especialmente en terrenos con poca pendiente) y cultivar una o dos veces a los 35 y 60 días después de la siembra (antes y posterior al primer riego de auxilio).

Si por alguna razón el suelo ya se agrietó, es preferible no regar, pues en caso de hacerlo se corre el riesgo de que la planta muera por asfixia. El número de riegos depende del tipo de suelo, ya sea aluvi3n o “barrial”, como se indica a continuaci3n.

Suelos de aluvi3n: Los requerimientos de riego en esta clase de suelos son menores que en “barrial”, dado que la ra3z penetra f3cilmente a capas inferiores, alcanzando la humedad del manto fre3tico. Se sugiere dar un riego de presiembra pesado (l3mina de 20 cm) y uno de auxilio en la etapa de la ramificaci3n, la cual sucede entre 65 y 70 d3as despu3s de la siembra.

Suelos de “barrial”: Se recomienda un total de cuatro riegos, con una l3mina total de 45 cm distribuida como sigue: riego de presiembra con 15 cm de l3mina y tres de auxilio con 10 cm de l3mina cada uno.

Es conveniente que la distribuci3n de los riegos de auxilio se lleve a cabo en funci3n del desarrollo del cultivo o etapa fenol3gica y no del n3mero de d3as que tenga la planta. El primer riego de auxilio, y m3s importante, deber3 aplicarse al inicio de la etapa fenol3gica de ramificaci3n, la cual acontece alrededor de 50 d3as despu3s de la siembra. Retrasarlo propiciar3 el agrietamiento del suelo, que rompe las ra3ces y permite la presencia de enfermedades en la ra3z. El segundo riego de auxilio debe coincidir con la etapa de formaci3n de botones florales, que se presenta aproximadamente a los 80 d3as de la siembra y 30 d3as despu3s del inicio de la ramificaci3n; 3ste fortalecer3 la formaci3n de cap3tulos en n3mero y tama3o. El tercer y 3ltimo riego de auxilio se suministrar3 al inicio de la etapa de floraci3n, la cual ocurre alrededor de los 110 d3as posteriores a la





siembra. La oportunidad del último riego permitirá obtener un buen llenado de grano y, por tanto, un mejor rendimiento.

Fertilización

En el área de riego se sugiere aplicar 138 kg de nitrógeno por hectárea (N/ha) (equivalentes a 300 kg/ha de urea), si el cultivo anterior fue sorgo, maíz, trigo o cualquier otro que disminuya en forma considerable las reservas de nitrógeno del suelo.

El uso de fertilizantes en cártamo de temporal es errático, en especial por la distribución irregular de las lluvias, lo que no asegura disponibilidad de humedad suficiente en la planta para lograr una buena asimilación de los nutrientes.

Se aconseja una sola aplicación de 46 kg de N/ha (equivalentes a 100 kg/ha de urea), antes o al momento de la siembra. En general, el cártamo no responde de manera favorable a los suministros de fósforo o potasio, por lo cual, se recomienda utilizarlos solo en aquellos suelos en los que exista una deficiencia corroborada por un análisis de suelo previo.

La fertilización debe realizarse antes o al momento de la siembra. Si se emplea un fertilizante sólido se adiciona en banda, al sembrar, a un lado y a una profundidad mayor que la semilla, a fin de evitar que estén en contacto directo.

Control de maleza

El período de competencia crítico de la maleza con el cultivo ocurre los primeros 40 días, ya que en ese lapso el cultivo pasa por una etapa de lento crecimiento conocida como “roseta”. Las malezas que con mayor frecuencia compiten con el cultivo de cártamo en el estado de Sinaloa son el bleo, la lengua de vaca, la correhuela, el zacate johnson, el zacate pinto, la verdolaga, el girasol silvestre y la golondrina. Su combate puede efectuarse por métodos culturales, mecánicos y químicos.

Control cultural: En terrenos con problemas de maleza se propone sembrar en húmedo, con el propósito de eliminar la primera generación de maleza que afecta al cártamo en sus primeras etapas de desarrollo.

Control mecánico: Consiste en la realización de una a dos escardas, entre los 35 y 60 días después de la siembra. Además, en las áreas de riego, con la

apertura de surco para el suministro del primer riego de auxilio, se logra tapan la maleza chica que haya permanecido dentro de las hileras de plantas.

Control químico: Para el control de maleza de hoja ancha y de gramíneas, se sugiere la aplicación en presiembra de 2 a 2.5 litros por hectárea (l/ha) de trifluralina y deberá realizarse en seco; el herbicida se incorpora con el último paso de rastra.

Control de plagas

Tradicionalmente los insectos plaga no han representado un problema grave para el cultivo de cártamo en Sinaloa. No obstante, en las últimas temporadas de siembra se han registrado poblaciones elevadas de barrenador del tallo, lo cual ha ocasionado daños de importancia económica, así como chinche ligus y otras chinches chupadoras que, en conjunto, atacan en la etapa de botón floral.

A continuación se presentan algunos aspectos de la biología y hábitos de las principales plagas.

Gusano trozador *Agrotis* spp. El daño es causado por larvas comúnmente grandes y rechonchas de color oscuro, las cuales, en las primeras etapas vegetativas del cultivo (hasta alrededor de 20 cm de altura), cortan el tallo en la base de la planta, ligeramente por arriba de la superficie del suelo. El deterioro lo provocan durante la noche, ya que en el día permanecen enterradas. A medida que la larva se desarrolla, los daños son más severos y característicos, pues se presentan por manchones (áreas bien definidas) y rara vez se distribuyen de forma amplia en el cultivo. El criterio para aplicar el control químico es cuando el número de plantas por metro lineal se pone en riesgo para obtener una buena cosecha (18 plantas), de acuerdo como se indica en el apartado “Método y densidad de siembra”.

Grillo *Acheta assimilis (domesticus)* (L.). Los adultos son de color negro, robustos, de cabeza grande y cuadrada, con antenas largas y patas robustas adaptadas para saltar; miden alrededor de 3.5 cm de largo. Las ninfas son parecidas a los adultos, pero sin alas y de menor tamaño; junto con los adultos, muerden los tallos y trozan las plantas, un daño parecido al realizado por el gusano trozador; por ende, se sigue el mismo criterio de control.





La medida de control químico más efectiva es el empleo de cebos envenenados preparados con 5 kg de triclorfon (Dipterex®) al 80 % + 5 kg de azúcar + 5 kg de vainilla + 240 kg de salvadillo y 100 l de agua. El cebo se administra inicialmente por los surcos orilleros y margen del cultivo, pero si la plaga invade todo el cultivo es necesario aplicarlo en toda la superficie. Con migraciones elevadas se puede utilizar Metomilo (Lannate® 300 gramos por hectárea [g/ha]), Clorpirifos (Lorsban® 480 CE, 1.5 l/ha) o Acefate (Orthene® 80, 1 l/ha).

Barrenador del tallo *Melanagromyza splendida* Frik. Durante los últimos años el barrenador del tallo se ha presentado con frecuencia elevada. Por lo general se presenta con mayor intensidad en siembras tardías, desde el inicio del desarrollo hasta el final del cultivo. Las larvas se alimentan por el centro del tallo produciendo una “túnel”, sitio donde se desarrolla la pudrición originada por algún patógeno oportunista; las plantas se tornan cloróticas alrededor de los puntos de crecimiento, achaparradas y algunas ramas se secan; si los daños son severos las plantas se acaman en manchones y mueren. Un síntoma característico provocado por el daño del barrenador del tallo en plantas desarrolladas es una torcedura del tallo cerca de 10 cm por encima de la superficie del suelo.

Para evitar afectaciones importantes es necesario establecer el cultivo dentro de las fechas óptimas. Cuando el daño ocurre en cultivo de cártamo ya desarrollado el daño es menor. Se sugiere establecer trampas amarillas con pegamento entomológico en los márgenes del cultivo para detectar el arribo de los adultos, saber por dónde llegan y la abundancia relativa en que se presentan. El control químico se efectúa de manera preventiva al encontrar las primeras plantas atacadas y de acuerdo con los resultados de las capturas mediante las trampas amarillas, sobre todo si alrededor existen cártamos de mayor desarrollo.

Gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner). Las larvas causan defoliaciones en el cultivo a partir de la emergencia del cultivo hasta la floración. Se recomienda utilizar insecticida considerando el total de especies defoliadoras, como el gusano peludo, al observar daños al follaje (10 %) o cuando se encuentren dos o más larvas por metro lineal, sobre todo con plantas en desarrollo vegetativo, desde la nacencia hasta el inicio de la fructificación.

Chinches. Adultos y ninfas de chinche ligus *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) y chinche rápida *Creontiades* spp. chupan la savia de las plantas desde las etapas tempranas de desarrollo; sin embargo, el daño importante surge durante el período fructificativo del cultivo, a partir de la etapa de formación de botones

florales; las chinches chupan los botones florales y las cabezuelas tiernas, lo cual origina que se pudran y se sequen. En la etapa de formación de grano, las ninfas y los adultos de la chinche apestosa, junto con las chinches ligus y rápida, chupan los granos en formación provocando que no se formen o no terminen de llenarse. Es aconsejable el combate químico si se detectan en promedio 25 chinches ligus y rápidas, 10 chinches apestosas o una combinación de ellas en 100 golpes de red entomológica durante la etapa de fructificación: previo al inicio de la etapa de botones florales hasta la madurez fisiológica del cultivo, cerca de la cosecha.

Gusano bellotero *Heliothis virescens* (F.) y *Helicoverpa zea* (Boddie). Es una plaga que ataca al cultivo durante la fructificación. Las larvas barrenan los botones florales y las cabezuelas tiernas, razón por la cual se pudren. La población de este insecto plaga por lo común es reducida y no se requiere de control químico; no obstante, si se observa 5 % o más de botones o cabezuelas con gusanos, se recomienda la aplicación de insecticidas.

Algunas medidas generales para evitar poblaciones elevadas de plagas insectiles son sembrar en las fechas óptimas sugeridas, utilizar una variedad con buen potencial de rendimiento, establecer un número conveniente de plantas por superficie (y por metro lineal), fertilizar adecuadamente el cultivo (con base en resultados de análisis de suelo) y regar de manera oportuna; la última opción es realizar control químico (Tabla 2).

Tabla 2. Principales insectos que atacan al cultivo de cártamo, insecticidas, dosis y épocas de aplicación.

| Plagas | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|--------------------------|---|------------|--|
| Gusano trozador y grillo | Acefate (Orthene®) (21d)** | 1 a 1.5 kg | Cuando se ponga en riesgo el número de plantas que se requiere para llegar a la cosecha. |
| | Clorpirifos (Lorsban®) (21d) | 1 a 1.5 l | |

Continúa Tabla 2...





Continúa Tabla 2...

| Plagas | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|--------------------------------|---|-----------|---|
| Barrenador del tallo | Clorpirifos (Lorsban®) (21d) | 1 a 1.5 l | Al encontrar las primeras plantas atacadas, sobre todo si alrededor existen cártamos de mayor desarrollo. |
| | Fenpropatrin (Herald®) (14d) | 0.5 l | |
| | Cyaloctrina (Karate Zeon) (15d) | 0.5 l | |
| Gusano soldado | Spinetoram (Palgus®) (1d) | 200 ml | Al observar daño al follaje (10 %) o cuando se encuentren dos o más larvas por metro lineal; con plantas en desarrollo vegetativo hasta el inicio de la fructificación. |
| | Clorpirifos (Lorsban®) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| | Fenpropatrin (Herald®) (14d) | 0.5 l | |
| Chinche ligus y chinche rápida | Malation (Malatión®) (21d) | 1 a 1.5 l | Con 25 chinches en 100 golpes de red, del inicio de la fructificación hasta la madurez fisiológica. |
| | Dimetoato (Rogor®) (14d) | 1 a 1.5 l | |
| | Endosulfan (Thiodan®) (4d) | 2 a 2.5 l | |
| | Clorpirifos (Lorsban®) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| Gusano de la cápsula | Spinetoram (Palgus®) (1d) | 200 ml | Cuando se observe 5 % o más de botones o cabezuelas con gusanos. |
| | Novaluron (Rimon®) | 200 ml | |
| | Clorpirifos (Lorsban®) (21d) | 200 ml | |
| | Fenpropatrin (Herald®) (14d) | 1 a 1.5 l | |

ha=hectárea; kg=kilogramo; l=litro; ml=mililitro.

* De acuerdo con el nombre comercial original en el mercado.

** Intervalo de seguridad en días a la cosecha.

Control de enfermedades

Entre las enfermedades que dañan al cultivo con mayor severidad están la falsa cenicilla, la roya o chahuixtle, la pudrición de raíz y la mancha foliar. A continuación, se presenta la descripción de los síntomas, así como algunas prácticas que ayudan a prevenir y combatir estas enfermedades.

Falsa cenicilla: Durante el ciclo otoño-invierno 2000-2001 en el noroeste de México apareció una nueva enfermedad, poco conocida en el mundo, causando daños al follaje y reduciendo en gran medida el rendimiento del cultivo en la región. Debido a los síntomas típicos se le denominó falsa cenicilla.

Síntomas. Esta enfermedad se manifiesta en las hojas como manchas circulares de máximo 1 cm de diámetro, de color café claro con aspecto blanquecino, que corresponde a las esporas hialinas y generalmente bicelulares del hongo. El daño inicia en el estrato inferior de la planta, aunque puede presentarse en cualquier parte de ella, y el avance es ascendente y muy rápido, debido a que el período desde que el hongo penetra hasta que se observan los primeros síntomas no rebasa los 15 días; en consecuencia, cuando se observan los primeros síntomas, el hongo ya ha infectado las hojas superiores y los síntomas se presentan en cadena. La falsa cenicilla ataca a todas las variedades comerciales que se siembran actualmente en México, a excepción de las nuevas que ya se mencionaron, y se presenta en todas las fechas y densidades de siembra recomendadas. Sin embargo, a fin de que la planta se exponga el menor tiempo posible a la enfermedad, es conveniente atender las sugerencias de fecha de siembra y densidades.

Control. En caso de sembrar variedades susceptibles a la falsa cenicilla, el suministro de fungicidas preventivos se realiza antes del primer riego de auxilio, en la etapa de elongación del tallo e inicios de la ramificación o cuando se presenten condiciones de alta humedad ambiental. Los fungicidas utilizados son mancozeb (3 l/ha de dithane-mz) y cholrotaloril (2 l/ha de cheyene-720f). Las aplicaciones se deben iniciar al observarse los primeros síntomas de la enfermedad en el tercio inferior de la planta con los productos que han presentado mejor control: tebuconazole (500 ml/ha de folicur 250 ew), epoxiconazol (1 l/ha de opus), kresoxim-metil (200 g/ha de stroby df), difenoconazole (500 ml/ha de sico 250 CE), trifloxistrobin (120 g/ha de flint), azoxystrobin (400 g/ha de amistar), trifloxistrobin más tebuconazole (300 ml/ha de consist max), pyrapropiconazol (500 ml/ha de headline), propiconazole (500 ml/ha de tilt 250 ce) y carbendazim





(500 ml/ha derosal 500d). Si se requiere efectuar más de una aplicación, se sugiere emplear un fungicida diferente al primero para que el hongo no desarrolle resistencia a los productos químicos. Si la fecha de siembra es temprana, así como la presencia de la enfermedad, por lo común se necesitan hasta tres aplicaciones de productos con un espaciamiento de alrededor de 20 días entre cada una.

Tizón foliar o mancha de la hoja. Es la segunda enfermedad de mayor importancia económica en la región y es causada por un hongo. Su desarrollo se favorece por la presencia de lluvias continuas, humedad relativa alta y temperaturas de 25 a 30 °C.

Síntomas. Los primeros síntomas aparecen en las hojas inferiores como pequeñas manchas de forma irregular y de color café con anillos concéntricos; éstas crecen a medida que el hongo invade los tejidos de las hojas; las plantas presentan defoliación y cuando ataca a los capítulos las pérdidas en rendimiento pueden ser totales.

Control. Para prevenir esta enfermedad se sugiere utilizar semilla certificada, plantar en fechas de siembra y densidades de semilla recomendadas, así como seleccionar variedades altamente tolerantes a dicha enfermedad. Los fungicidas para su control son los mismos que se sugieren para el de falsa cenicilla.

Roya o chahuixtle. Es la enfermedad que con mayor frecuencia ataca al cártamo en el estado de Sinaloa; sin embargo, su daño en esta región ha sido de menor importancia económica que el originado por la falsa cenicilla y el tizón foliar. También es causado por un hongo. Su desarrollo es favorecido por temperaturas de 15 a 25 °C y alta humedad relativa. Los daños de mayor importancia los ocasiona cuando se presenta en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

Síntomas. Consisten en pequeñas pústulas de color café oscuro en las hojas y brácteas, principalmente. En variedades susceptibles puede causar la ruptura de la planta en el “cuello de la raíz”.

Control. Se recomienda sembrar semilla certificada de las variedades ya sugeridas, sembrar en las fechas óptimas aconsejadas y realizar rotación de cultivos. No se sugiere la aplicación de fungicidas a la planta, ya que representa

un aumento innecesario en los costos de producción, al menos que se presente en conjunto con otras enfermedades como mancha foliar o falsa cenicilla.

Pudrición de la raíz. Se presenta cuando existen condiciones de alta humedad en el suelo, pudiendo ser ésta la causa directa del daño, o bien, la causa indirecta, al favorecer el desarrollo de hongos. Esta enfermedad puede surgir en cualquier etapa de desarrollo del cultivo; no obstante, es más común observarla a partir del inicio de la formación de capítulos.

Síntomas. Consisten en un marchitamiento general de la parte aérea de la planta y en un oscurecimiento progresivo de las raíces, después de lo cual, ocurre la muerte de la planta. Como medidas de prevención se recomienda no sembrar cártamo en terrenos con mal drenaje, evitar encharcamientos mediante una buena nivelación del terreno y no aplicar riegos “pesados”.

Cosecha

El cártamo debe cosecharse cuando las brácteas de los capítulos, los tallos y las hojas se tornan de color café. Para entonces, el grano deberá desprenderse fácilmente del capítulo y su contenido de humedad será de 6 a 8 %. La humedad del grano es de vital importancia ya que es inversamente proporcional al contenido de aceite: a mayor humedad menor contenido de aceite. La Tabla 3 muestra las normas de humedad y calidad de la semilla establecidas por la industria.

Tabla 3. Normas de humedad y calidad de la semilla.

| Calidad | Humedad | Impurezas | Granos dañados |
|---|--|---|---------------------|
| Se acepta sin descuento con un máximo de: | 6 % | 0.1 % | 5 % |
| Se acepta con descuento por tonelada de: | 10 kg por cada grado que pase 6.1 a 7= 10 kg 7.1 a 8= 29 kg | 1 kg por cada décimo de grado excedente hasta 6 | -- |
| Se rechaza | Si tiene más de 8 % | Si tiene más de 6 % | Si tiene más de 5 % |





La máquina trilladora se debe ajustar a una velocidad del cilindro, entre 760 y 915 revoluciones por minuto (rpm), dejando éste y el cóncavo a una separación de 9.5 a 16 milímetros (mm). En ocasiones se puede dejar una sola hilera de cóncavos. El aire se debe graduar para obtener grano limpio y reducir al máximo la velocidad del “papalote”. Si el cártamo está muy seco puede quitarse el “papalote”.

Para mayor información dirigirse con los autores:

MC. Jesús Pérez Márquez

marquez.jesus@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81407

Campo Experimental Valle de Culiacán

MC. Jaime Macías Cervantes

macias.jaime@inifap.gob.mx

01 55 3871 8700 ext. 81505

Campo Experimental Valle del Fuerte

Dr. Edgardo Cortez Mondaca

cortez.edgardo@inifap.gob.mx

01 55 3871 8700 ext. 81507

Campo Experimental Valle del Fuerte

Centro de Investigación Regional del Noroeste





FRIJOL

Introducción

El cultivo del frijol ocupa un lugar importante en la economía agrícola del estado, tanto por la superficie que se le destina como por la derrama económica que genera. Durante el año agrícola 2015, se cosecharon 56,147 hectáreas (ha) bajo condiciones de riego y 2,405 ha en temporal. La producción global obtenida ascendió a 84,399 toneladas (t), con un rendimiento de 1.55 t en riego y 0.81 t en temporal.

La demanda anual del frijol tipo azufrado producido en Sinaloa, tanto para el mercado estatal como para el mercado nacional, es de aproximadamente un volumen de 120 mil t, el cual se cubre con la cosecha de 74 mil ha, considerando un rendimiento medio de 1,622 kilogramos por hectárea (kg/ha), mientras que en los últimos quince años anualmente se han cosechado 88,820 ha en promedio, lo cual genera una sobre oferta que provoca problemas de comercialización y bajo precio de venta del producto por parte del productor, aunado a que la mayoría de la superficie también es cultivada con una sola variedad (Azufrado Higuera), incrementándose con esto los riesgos de epifitias. Debido a lo anterior, es necesario diversificar el mosaico genético de variedades para reducir dichos riesgos, lo cual se podría lograr con el uso de las variedades Janasa y Azufrasin, así como a partir de variedades de otro tipo de frijoles y para otros mercados, como es el caso de la variedad Aluyori de grano blanco y grande (alubia) para el mercado de exportación, lo cual permitiría ampliar la superficie cultivada con





esta leguminosa procurando siempre no saturar los mercados para evitar que el valor del producto se reduzca.

La comercialización se ha convertido en el problema principal, pues a pesar de que el país sigue siendo deficitario, eventualmente el mercado se satura con producto de menor precio que desplaza a la producción de Sinaloa, donde se producen principalmente variedades de tipo azufrado y cuyo mercado se ha venido reduciendo en los últimos años. En consecuencia, la rentabilidad del cultivo dependerá, en lo sucesivo, de la planeación de las siembras, la diversificación de los tipos de variedades y la pureza del material que se ofrezca al consumidor, que es cada vez más exigente.

En Sinaloa existen diversos factores que limitan la producción de frijol y entre los principales destacan las enfermedades (virosis y moho blanco), las plagas (complejo de chupadores) y algunos aspectos del manejo agronómico como la selección del terreno, la fecha y la densidad de siembra, el uso y el manejo del agua de riego, el combate de maleza.

Selección y preparación del terreno

El frijol se desarrolla en una amplia variedad de suelos aunque los ideales son los de textura franca o media (aluviones); sin embargo, también prospera en los de “barrial” con porcentajes de arcilla menores o iguales a 60 por ciento (%). Deben evitarse terrenos que tengan concentraciones de sales solubles superiores a 2 decisiemens (dS) de conductividad eléctrica, pues éstas afectan de manera significativa el desarrollo y rendimiento de la planta.

Las labores de preparación del suelo son variables y dependen de las condiciones de cada terreno. El frijol puede establecerse sobre un suelo preparado con labranza completa o tradicional (barbecho, rastreos, nivelación, marca o curvas de nivel y escarificación), así como a través del sistema de labranza reducida. En ambos casos se sugiere realizar solo las labores necesarias, ya que el uso indiscriminado de maquinaria eleva el costo de producción, no mejora el rendimiento y disminuye la rentabilidad del cultivo.

Labranza convencional

Se efectúan labores tradicionales como el subsoleo, el barbecho, los rastreos, la nivelación y la marca. (Tabla 4).

Tabla 4. Labores de preparación del suelo en el cultivo de frijol.

| Labor | Justificación |
|-----------------------|---|
| Subsuelo | Cuando se tenga presencia de capas endurecidas en el subsuelo que impidan el drenaje interno del suelo. |
| Piqueo | Cuando se localicen capas compactadas en los primeros 45 centímetros (cm) de profundidad. |
| Barbecho | Efectuar en terrenos con altas infestaciones de maleza o cuando se presentan capas endurecidas en los primeros 30 cm de profundidad. |
| Rastro | Debe utilizarse para desmoronar los terrones formados en cualquiera de las prácticas anteriores. |
| Nivelación o empareje | Cuando se presenten desniveles menores en el terreno. |
| Marca | Cuando se realice labranza completa o tradicional en suelos de barrial. |
| Escarificación | Esta labor es obligada en ambos tipos de suelo cuando el terreno “da punto” después del riego de presiembra. En suelos de aluvión ésta se realiza con un paso de rastra, mientras que en barrial, mediante cultivadora o rotatil. |

Labranza reducida

Si el cultivo anterior presenta una distancia adecuada entre surcos para la siembra de frijol, es posible la utilización del sistema de labranza mínima. En suelo de barrial se eliminan los residuos de la cosecha anterior, se efectúa el riego de presiembra y después se escarifica para proceder a sembrar. En aluvión, después de eliminar los residuos de cosecha y efectuar el riego, se dan dos pasos de rastra para dejar el terreno en condiciones de sembrar.

Es conveniente que los suelos donde se utilice este sistema no registren alta incidencia de maleza ni residuos abundantes de la cosecha anterior, pues esto puede dificultar el buen funcionamiento de la sembradora.



Variedades

La selección de la variedad y la calidad de la semilla han cobrado especial importancia en virtud de la exigencia del consumidor. Para el frijol, como en todas las especies cultivadas, es importante contar con un mosaico de variedades acorde con la superficie y la problemática regional, a fin de evitar inconvenientes generalizados de tipo fitosanitario; por lo tanto, es necesario ampliar el mosaico varietal y ofrecer más alternativas a las empresas comercializadoras que captan la producción y que son más exigentes en cuanto a la uniformidad del producto que se les ofrece. En este sentido, el productor debe tener cuidado con la selección de su semilla y sembrar aquella que le garantice pureza genética y física.

Para Sinaloa se sugieren las siguientes variedades: las de tipo azufrado, como Janasa, Azufrasin, Azufrado Noroeste, Azufrado Higuera, Azufrado Regional 87, Azufrado Peruano 87; las de tipo de grano de color negro, como Negro Pacífico, Negro Tacaná y Jamapa; y las de tipo de grano color blanco, como (Alubia) Aluyori. En la Tabla 5 se describen las principales características agronómicas de algunas de las variedades recomendadas para esta región.

Tabla 5. Principales características agronómicas de algunas variedades de frijol sugeridas para Sinaloa.

| Variedad | Hábito de crecimiento | Días a floración | Ciclo vegetativo | Reacción a | |
|-----------------|-----------------------|------------------|------------------|------------|---------|
| | | | | Roya | Virosis |
| Janasa | Mata | 39 | 104 | R | T |
| Azufrasin | Mata | 40 | 104 | R | T |
| Az. Higuera | Mata | 38 | 105 | R | T |
| Az. Noroeste | Mata | 40 | 105 | R | T |
| Az. Peruano 87 | Mata | 40 | 105 | R | S |
| Az. Regional 87 | Mata | 38 | 95 | R | T |
| N. Pacífico | Semiguía | 50 | 125 | R | T |
| N. Tacaná | Semiguía | 53 | 125 | R | T |
| N. Jamapa | Semiguía | 46 | 115 | R | S |
| Aluyori | Mata | 38 | 103 | R | T |

R=Resistente T=Tolerante S=Susceptible

Época de siembra

La fecha de siembra tiene una influencia determinante sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo, pues las condiciones climáticas favorecen o limitan las funciones fisiológicas de la planta, así como la incidencia de plagas o enfermedades. En el norte de Sinaloa se aconseja sembrar del 1 al 31 de octubre y del 15 de octubre al 20 de noviembre en el centro y sur de Sinaloa. Sembrar fuera de época implica mayores riesgos en la producción, por lo que se recomienda atención especial en este aspecto.

Método de siembra

En suelos de barrial se sugiere sembrar en surcos separados a 80 cm a hilera sencilla. En las variedades de hábito de crecimiento determinado (mata) como azufrado Higuera se puede emplear el método de camas de 1 o 1.5 metros (m) con doble hilera de plantas. La distancia entre hileras debe ser de 40 y 60 cm para cultivo o a 1.5 m con una distancia entre hileras de 60 a 70 cm, empleando el resto para cultivo, lo cual facilita el uso y el manejo del agua de riego. Para variedades de hábito de crecimiento indeterminado (semiguía) de tipo negro, se aconseja una separación entre surcos de 80 a 92 cm.

En suelos de aluvión solo se sugiere sembrar a hilera sencilla a 75 u 80 cm, debido a que el desarrollo del cultivo es mayor. La profundidad de siembra de la semilla en barrial varía de 6 a 8 cm y en aluvión de 4 a 6 cm, la cual debe quedar bien cubierta con tierra húmeda ligeramente apisonada.

Es conveniente evitar la reducción de la distancia entre surcos, a fin de impedir el exceso de humedad y facilitar la penetración del aire y de los rayos solares a través de la planta, con lo cual se reducen los riesgos de infecciones por enfermedades fungosas.

Densidad de siembra

La semilla debe tener como mínimo 80 % de germinación. Procurar que al sembrar se depositen, bien distribuidas, entre 15 y 18 semillas por metro de surco para lograr una población de entre 13 y 15 plantas por metro en siembras a hilera sencilla; para siembras a doble hilera colocar de 10 a 12 semillas por metro, con el fin de obtener entre 8 y 10 plantas por metro lineal por hilera. El uso de cantidades mayores de semilla incrementa los costos





del cultivo y los riesgos de producción, además de que los rendimientos no aumentan. La cantidad aproximada de semilla por hectárea para las variedades de tipo azufrado de grano grande es de 90 kg, mientras que para las de grano mediano (Azufrado Regional 87) es de 70 kg/ha; por otra parte, para las de tipo negro (grano chico) es de 50 kg/ha en las siembras a doble hilera a 80 cm, para las variedades de grano grande depositar de 105 a 110 kg de semilla por hectárea y de 90 a 95 kg/ha para las variedades de grano medio. La semilla certificada proporciona una mayor seguridad en la producción, ya que ésta reúne los requisitos de pureza varietal, vigor y germinación requerida.

Labores de cultivo y combate de maleza

Las labores de cultivo tienen como función destruir la maleza, remover y airear el suelo para dar protección y sostén a la planta, así como reformar el surco para permitir un mejor empleo del agua de riego. Se ha determinado que es importante que la planta se encuentre libre de competencia con la maleza durante los primeros 40 días a partir de la emergencia para que el desarrollo inicial sea normal, pues después de este tiempo la planta ha crecido lo suficiente para sombrear el suelo e impedir el desarrollo de nuevas generaciones de maleza. Esto se puede lograr mediante uno o dos pasos de cultivadora y se complementa con deshierbes manuales cuando sea necesario. En caso de terrenos infestados de maleza, se sugiere el combate preventivo mediante herbicidas preemergentes a base de trifluralina, previo a la escarificación y a la siembra. Estas labores deben efectuarse de manera oportuna; el primer cultivo o abierta de surco se realiza antes del primer riego de auxilio, y el segundo, cuando lo permita la humedad del suelo y el desarrollo de la planta después del primer riego auxilio; procurar que se realice un buen aporque y formación de surco para evitar el contacto del agua de riego con tallos y vainas, y así disminuir el riesgo del ataque de enfermedades.

Riegos

En general, para un desarrollo normal de la planta nunca debe faltarle humedad al suelo; sin embargo, las etapas reproductivas, desde el inicio de la floración hasta el llenado de grano, son críticas. En suelos de aluvión con alto nivel freático, un riego de auxilio al inicio de floración (cerca de los 40 días después de la siembra) puede ser suficiente, mientras que con bajo nivel freático se sugiere la aplicación de un segundo riego de auxilio en la etapa de formación o llenado de grano (entre 60 y 70 días después de la siembra).

En suelos de “barrial”, al menos dos riegos de auxilio son necesarios para las variedades precoces e intermedias: el primero al inicio de floración y el segundo en formación o llenado de vainas. Las variedades tardías como las de tipo negro, por lo general requieren un tercer riego de auxilio en la etapa de llenado de grano. En todos los casos es necesario dar riegos ligeros mediante tiradas no mayores de 150 m, con la intención de evitar problemas de encharcamientos que favorezcan el desarrollo de pudriciones de raíz y alta incidencia de moho blanco.

Debido a que el frijol es un cultivo muy sensible a los excesos de humedad y que el riego es un factor que depende directamente de las variaciones temporales del clima según la fecha de siembra, es recomendable manejar el riego en forma integral para lograr una mayor precisión, es decir, considerar todos los factores que determinan las demandas de agua del cultivo como la fenología, el suelo, el clima y el manejo del cultivo. La tecnología de pronóstico del riego en tiempo real es una excelente herramienta para este propósito, ya que manipula en tiempo real los parámetros mencionados con anterioridad y es posible pronosticar el momento oportuno del riego. En el Valle del Fuerte se puede tener acceso a ella a través de algunos módulos de riego y del Campo Experimental Valle del Fuerte.

Las experiencias en el Valle del Fuerte indican que al aplicar el riego en el momento preciso, el rendimiento puede mejorar de forma sensible, por lo que el productor debe conocer este sistema y aplicarlo en la medida de lo posible.

La correcta aplicación del riego es determinante para un desarrollo normal de la planta; se debe evitar el exceso de humedad que pueda favorecer la proliferación de patógenos causantes de enfermedades. Cuando se aplican fertilizantes químicos al suelo, el agua de riego ayuda a su disolución y movilización para que la planta los aproveche mejor.

En algunos suelos de la región existen problemas por altas concentraciones de carbonatos de calcio y magnesio, principalmente, y la aplicación de riegos de auxilio pesados provoca serios problemas de amarillamiento de plantas, las cuales en algunos casos llegan a morir. En estos suelos es indispensable el suministro de riegos ligeros en surcos alternos y tiradas no mayores de 150 m para disminuir estos efectos.





Fertilización

Cada terreno requiere de una fertilización específica debido a las características propias de los suelos (textura, nivel de nitratos, materia orgánica), a la rotación de cultivos, a la incorporación de residuos de cosecha, al tiempo de descanso entre el cultivo anterior y el nuevo cultivo, a la meta de rendimiento, etcétera. Lo anterior manifiesta la complejidad para manejar la fertilización de manera eficiente, siendo necesario, para un diagnóstico específico sobre un terreno en particular, realizar un análisis de suelo con anticipación a la siembra.

En frijol, además de la disponibilidad o suministro de nitrógeno del suelo, debe considerarse la posible fijación del nitrógeno atmosférico por bacterias del género *Rhizobium*; la cantidad que puede aprovecharse por este proceso varía de 60 a 120 kg de N/ha, siempre que la nodulación sea la adecuada. Por lo anterior, es posible reducir las cantidades de nitrógeno por aplicar al suelo. Cuando no se dispone de un análisis de suelo y el frijol se siembra después de sorgo o maíz se sugiere aplicar en presiembra de 80 a 100 kg de N/ha; en cambio, en rotación con otras leguminosas u hortalizas solo de 40 a 60 kg de N/ha. Si se cuenta con análisis de suelo, fertilizar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 6.

Tabla 6. Dosis de nitrógeno para frijol según análisis de suelo.

| Nitrógeno disponible en el suelo | Dosis de N, aplicar kg/ha con nodulación |
|----------------------------------|--|
| ≤20 | 170-210 |
| 20-40 | 140-180 |
| 40-60 | 110-150 |
| 60-80 | 80-120 |
| 80-100 | 50-90 |
| ≥100 | 40-60 |

La inoculación de semilla se aconseja en terrenos donde en los últimos años no se haya sembrado frijol, mediante un inoculante específico para frijol. Es conveniente verificar la nodulación alrededor de 30 días después de la siembra. En casos de nula o escasa nodulación, agregar de 80 a 100 kg de N/ha (antes o durante el primer riego de auxilio) siempre que el análisis de suelo indique baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo. Cuando la siembra de frijol se emprenda después de maíz o sorgo y sus residuos sean incorporados es necesario adicionar 40 kg de N/ha para que éstos se descompongan.

La fertilización con fósforo debe apoyarse en los resultados del análisis de suelo. De acuerdo con el método Bray P1, al encontrar menos de 20 kg de P/ha disponible en el suelo se debe aplicar en banda 40 kg de P/ha en presiembra o al momento de la siembra. Si se detectan síntomas de deficiencia nutricionales en la planta, efectuar un análisis foliar para realizar las correcciones pertinentes.

Plagas

Los insectos plaga son un factor limitante del rendimiento y la calidad de la producción de frijol, por lo que su manejo es determinante para lograr una buena producción. Es frecuente encontrar dos tipos de daño: el directo, ocasionado por los insectos al momento de alimentarse, y el indirecto, al transmitir enfermedades de tipo viral, principalmente.

El éxito en el manejo de las plagas está en función de la oportunidad con la cual se utilicen las diferentes medidas de control con base en inspecciones o muestreos periódicos. El buen inicio de un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) incluye: 1. Ajustarse a la fecha de siembra sugerida para que el cultivo se desarrolle en el período de mejores condiciones; 2. Mantener libre de maleza el cultivo, los bordos y los canales para eliminar hospederas de insectos nocivos y que, además, actúan como reservorio de enfermedades; 3. Seleccionar variedades resistentes a enfermedades virales; 4. Utilizar una adecuada densidad de siembra, ya que la presencia de plagas del suelo al inicio del desarrollo del cultivo puede afectar el número de plantas necesarias a la cosecha y con ello alterar el rendimiento; 5. Fertilizar de manera apropiada; las plantas con adecuado vigor presentan mayor tolerancia al ataque de plagas, en contra parte, la fertilización excesiva provoca una mayor aparición de algunos insectos plaga, en especial chupadores; 6. Favorecer la existencia de la fauna benéfica evitando aspersiones de insecticidas de amplio espectro, en particular, al principio (primeros 30-45 días) del desarrollo fenológico del cultivo; y 7. Realizar liberaciones de insectos benéficos.

A continuación se mencionan las principales plagas de importancia económica, así como sus daños al cultivo y se indican algunas sugerencias para el control químico.

Mosca blanca. *Bemisia tabaci* Genn., biotipo "B". Los adultos de la mosca blanca miden 1.5 milímetros (mm) y son de color blanco amarillento; se les encuentra





en el envés de las hojas y cuando se les molesta vuelan rápidamente; ovipositan cientos de huevos en el envés de las hojas tiernas. Las ninfas son aplanadas y al nacer se pegan a las hojas succionando la savia; producen mucha excreta melosa, donde se desarrolla el hongo de la fumagina, lo que da una coloración negruzca a las plantas.

La importancia de esta plaga en el cultivo del frijol se debe a la capacidad para transmitir el virus del mosaico dorado y otros begomovirus. Las mayores poblaciones de este insecto ocurren durante el verano (julio-septiembre) y decrecen en el invierno (a partir de octubre), por lo cual las fechas de siembra son determinantes para reducir los riesgos de daño. Siembras muy tempranas (septiembre) o muy tardías (diciembre) son las más afectadas. En general, las que corresponden a las de la tercera decena de octubre son las más apropiadas para disminuir los riesgos mencionados. En algunas temporadas esta medida puede ser suficiente para evitar problemas graves con la mosca blanca; sin embargo, condiciones variables de temperatura y plantas hospederas silvestres infestadas y cercanas a los nuevos cultivos pueden propiciar altas poblaciones de la plaga, aun en épocas de invierno.

Cuando se requieran aplicaciones de insecticidas se recomienda considerar la etapa fenológica del cultivo. Los muestreos y suministros se realizan antes de las 8:00 de la mañana, debido a la actividad de vuelo de la plaga.

Antes de emplear insecticidas es necesario efectuar una buena evaluación de los niveles de plaga y estimar sus posibles daños económicos. Si se tienen plantas con el virus del mosaico dorado, el control químico de la mosca blanca se tiene que realizar aun con poblaciones incipientes, si no es el caso, las aspersiones se sugieren a partir de registrar alrededor de 60 % de hojas apicales con presencia de dos o más adultos en 30 hojas revisadas por el envés, temprano por la mañana.

Las soluciones jabonosas ayudan al control de la plaga y a costos bajos en comparación con el costo de los insecticidas convencionales; las aplicaciones deben hacerse con equipo que garantice una buena cobertura. La solución jabonosa actúa sobre la ligera capa cerosa que protege el cuerpo del insecto y al exponerla al sol provoca su deshidratación y muerte. Hasta donde sea posible es importante evitar la aspersión de insecticidas sintéticos, al menos durante los primeros 30 días del cultivo, pues se elimina la fauna benéfica que ayuda a controlar ésta y otras plagas. Además de jabones, se aconseja usar extractos

vegetales (como Nim) y aceite mineral, entre otros. Con estos tipos de insecticidas se recomienda asperjar si se observa un promedio de 40 % de hojas infestadas con dos o más adultos en el envés de las hojas; es conveniente realizar el muestreo temprano por la mañana.

En presiembra se sugiere utilizar tratamientos con un insecticida sistémico: Acefate (Orthene® 80TS; 600 gramos [g] por 100 kg de semilla), Clothianidim (Poncho®; de 25 a 70 centímetros cúbicos [cc] por semilla por hectárea) o Tiametoxam (Cruiser 35 FS; 2 miligramos por kilogramo [ml/kg] de semilla), de acuerdo con la recomendación del fabricante. A escala comercial, el insecticida Tiametoxam goza de mayor aceptación. Estos insecticidas controlan también chicharritas y trips.

Cuando el insecto se establece en el cultivo y se encuentran huevos, ninfas y adultos, existe la opción de utilizar el insecticida regulador de crecimiento Piriproxifen (Knack®) de 0.3 a 0.5 litros por hectárea (l/ha), sólo antes de utilizar cualquier otro insecticida sintético.

Pulgones. *Aphis* spp. En la región se presentan diferentes especies de pulgones del género *Aphis* en el cultivo de frijol, como el pulgón del algodón *A. gossypii* Glover, el pulgón negro del frijol *A. fabae* Scopoli y el pulgón negro *A. craccivora* Koch. *A. gossypii* es un pulgón muy variable en color y tamaño, desde amarillo, verde y negro, con sífúnculos negros; las formas sin alas en promedio miden entre 1 y 1.5 mm, siendo los de coloración negra los de mayor tamaño; infesta principalmente cultivos como algodónero y melón. *A. fabae* es ligeramente más grande que el pulgón negro y el pulgón del algodón, las formas sin alas (ápteras) miden de 1.5 a 3.1 mm; es de color café oscuro a negro mate, con patas tenuemente brillantes; posee un amplio número de cultivos hospederos además de frijol. *A. craccivora* es un pulgón relativamente pequeño, las formas sin alas miden entre 1.4 y 2.2 mm, es negro brillante y con antenas y patas pálidas, así como con partes apicales oscuras; infesta principalmente leguminosas como la alfalfa, el cacahuete y el frijol.

Los pulgones provocan daños de tipo directo, al alimentarse del cultivo, e indirecto, al favorecer la presencia de fumagina en la mielecilla que secretan de forma abundante cuando se alimentan; asimismo, transmiten enfermedades virales como el mosaico común del frijol, aunque se le considera un vector poco eficiente.





La decisión de utilizar insecticidas para el combate de pulgones depende de la abundancia del insecto, del desarrollo del cultivo y del daño que ocasionen; no hay umbrales económicos de daño establecidos. Además, numerosos enemigos naturales regulan sus poblaciones.

Chicharrita. *Empoasca* spp. Los adultos miden alrededor de 3 mm de largo, son alargados y de color verde, insertan sus huevecillos a lo largo de las nervaduras en el envés de las hojas. Las ninfas nacen a los pocos días y pasan por cinco instares. Son de color blanco y, al igual que los adultos, chupan la savia de las hojas, haciendo que éstas se “encarrujen”; por lo tanto, la planta detiene su crecimiento y decrece la producción de ejote y calidad del grano. Al igual que con la mosca blanca, las siembras muy tempranas (septiembre) o muy tardías (diciembre) son las más afectadas por este insecto.

Las plantas atacadas por ninfas y adultos no se desarrollan de forma normal: las hojas presentan deformaciones y enrollamientos hacia abajo, con amarillamiento en los bordes; hay distorsión de las vainas, un achaparramiento general de la planta y pérdidas substanciales de la producción. Se sugiere el control químico cuando exista un promedio de cinco o más chicharritas por hoja. Las aplicaciones de insecticidas contra mosca blanca controlan de forma indirecta a la chicharrita.

Trips. *Caliothrips phaseoli* Hood y *Frankliniella* spp. Los trips miden poco más de 1 mm de longitud, son de color gris oscuro (el trips negro del frijol) y de color amarillo (*Frankliniella*, el trips del cogollo), y poseen un cuerpo alargado. Los huevecillos son insertados en los tejidos del envés de las hojas; después de cuatro días emergen las ninfas, las cuales son de color claro y pasan por cuatro instares: en los primeros dos se alimentan y tienen mayor actividad, se les encuentra en las plantas, principalmente en el envés de las hojas y en las inflorescencias; luego, caen al suelo para pasar allí el tercer y cuarto instar, etapas también denominadas prepupa (semi-inactiva) y pupa (inactiva); las ninfas y adultos pican y chupan el tejido de las hojas produciendo cicatrices que, en su conjunto, le dan un aspecto cenizo; después, se tornan color cobrizo y se acartonan. Este daño se refleja en merma del rendimiento.

Como medida preventiva es conveniente sembrar en la fecha sugerida, eliminar las malas hierbas próximas al terreno de cultivo, en especial el zacate Johnson, el girasol, el toloache y las cucurbitáceas silvestres, antes de la siembra

y aplicar los riegos de forma oportuna, ya que con la humedad se crea un microclima adverso para el insecto.

Se aconseja el control químico cuando se detecten cinco o más trips por planta pequeña y las hojas inferiores tengan aspecto cenizo. Mediante muestreos pertinentes es posible recomendar el empleo de insecticida en forma anillada y ahorrar en el control químico. Las aspersiones de insecticidas suministradas contra mosca blanca también tienen efecto para las chicharritas y los trips, así como insecticidas sistémicos aplicados al momento de la siembra.

Chinche verde apestosa. *Nezara viridula* (L.). Mide en promedio 15 mm de longitud y es de color verde oscuro un poco brillante. Pueden tener una hilera de 3, 5 o 7 manchas claras más o menos equidistantes en la parte anterior del escutelo, justo en los límites con el pronoto. Las ninfas son de color oscuro, con cuatro hileras de manchas blancas muy bien definidas en el abdomen.

Cada hembra deposita un promedio de 242 huevecillos en 3.2 masas; el desarrollo de huevecillos a adulto dura 47 días y estos viven en promedio 84 días.

Para la evaluación poblacional es conveniente golpear las plantas hacia la mitad del camellón y, si cae una o más chinches por cada 30 cm de surco, se sugiere el uso de insecticidas para su control.

Conchuela café. *Euschistus servus* (Say). El adulto es de color café, mide entre 10 y 15 mm de largo y se caracteriza por el mal olor que despide. Los huevos son depositados en masa y tienen forma de balero, son de un color amarillo cristalino y cuando van a eclosionar tornan a un tinte rosáceo. Las ninfas transitan por cinco estadios de color variable: café claro, negro con café y verde con manchas cafés. Los adultos y los individuos inmaduros son parecidos a la chinche verde, excepto por el color.

Cada hembra deposita 60 huevecillos en grupos de 17.6 en promedio, en un período de 107 días. Los cinco instares ninfales requieren de 29 días. Los adultos se alimentan de flores y vainas en formación e inyectan sustancias tóxicas que provocan la caída de las flores, avanamiento, manchado y malformación del grano. Se propone el control químico al inicio de la infestación, a partir de la etapa de floración. El umbral económico de daño es igual que para *N. viridula*.





Diabrotica. *Diabrotica balteata* Leconte. El adulto mide 6 mm de largo, es de color verde claro y con bandas amarillentas transversales en los élitros. Pocas veces se presenta en infestaciones altas causando daño al frijol antes de la floración; se manifiesta como orificios de diversos tamaños. Cuando las plantas son chicas pueden destruirlas por completo. En infestaciones muy fuertes ataca flores y vainas tiernas. Esta plaga es más frecuente en las siembras efectuadas durante el mes de septiembre. Se sugiere el control químico cuando se detecten de dos a tres adultos por planta chica y el follaje se observe dañado. Es raro que se presenten poblaciones que requieran de control químico.

Gusano peludo. *Estigmene acrea* (Drury). Los adultos de gusano peludo son palomillas de color blanco cremoso con puntos negros en el margen de las alas anteriores, abdomen color café anaranjado, patas blancas con bandas negras y miden alrededor de 2.7 cm de longitud. Las oviposuras son realizadas en el envés de las hojas bandera de las plantas en masas de cientos de huevos; las larvas eclosionan en tres a cuatro días y consumen toda la hoja bandera, dejando solo las nervaduras; posteriormente, se distribuyen en plantas vecinas. Al inicio, los gusanos son de color café claro, pero a partir del tercer instar los mechones de sedas empiezan a ser notorios, dicho aspecto le da el nombre de gusano peludo. En su máximo desarrollo llegan a medir más de 4 cm de longitud, son robustos y de color café rojizo a negro. Son muy voraces, quizás en mayor grado que otros gusanos defoliadores, pero en general sus poblaciones no son elevadas. En la etapa de fructificación atacan las vainas en formación afectando de manera directa el rendimiento.

Con presencia de dos o más larvas por metro lineal de surco es necesario realizar el control químico del insecto; en especial si en la temporada de lluvia éstas fueron tempranas y relativamente abundantes, lo cual favorece la presencia de maleza hospedera, en particular de quelite (bledo).

Rata de campo. *Sigmodon* sp. Este roedor de hábitos nocturnos, preferentemente de tipo gregario, se localiza en mayor cantidad cerca de drenes, canales y caminos, sobre todo cuando están enmontados, donde las condiciones propician su cohabitación y proliferación. Cuando se cultive frijol en lotes colindantes con cultivos infestados, debe programarse una campaña permanente de combate coordinada con la campaña de las Juntas Locales de Sanidad Vegetal de cada jurisdicción.



Tabla 7. Principales plagas que atacan al cultivo de frijol, insecticidas, dosis y épocas de aplicación.

| Plagas | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|--|--|----------------------------|--|
| Mosca blanca | Acefate (Orthene® 80TS) (90d)** | 600 g/100 kg de semilla | Presiembra |
| | Clothianidim (Poncho®) (0d) | 25-70 ml/100 kg de semilla | Presiembra |
| | Tiametoxam (Cruiser 35 TS) (0d) | 2 ml/kg | Presiembra |
| | Ácidos grasos: jabón insecticida (0d) | 1.5 a 2 l | |
| | Jabón doméstico (0d) | 2 l | |
| | Extractos botánicos (0d) | 1.5 a 2 l | |
| | Endosulfan (Thiodan®) | 2 l | |
| | Endosulfan (Thiodan®)+Jabón (4d) | 2 l + 2 l | Al momento de observar 40 % de hojas infestadas con dos o más adultos. |
| | Tiametoxam + Cyalotrina (Engeo®) (15d) | 0.3 l | Al momento de observar 60 % de hojas infestadas con dos o más adultos. |
| | Imidacloprid + Betacyflutrina (Muralla®) (14d) | 0.3 l | |
| Fenpropatrin (Herald®) + Acefate (Orthene®) (14d) | 0.5 + 1 l | | |
| Bifentrina (Talstar®) + Endosulfan (Thiodan) (14d) | 0.5 l + 2 l | | |

Continúa Tabla 7...





Continúa Tabla 7...

| Plagas | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|-------------|--|----------|--|
| Pulgones | Mismos insecticidas sistémicos que para mosca blanca, además de: | | Con presencia de pulgones alados en los márgenes del cultivo si están propiciando fumagina, realizar control localizado. Si excepcionalmente se presenta hasta el centro del cultivo se requeriría aspersión total. (Los insecticidas asperjados contra mosca blanca controlan indirectamente pulgones). |
| | Dimetoato (Rogor® 40) (21d) | 1 l | |
| | Diazinon (Diazol® 25CE) (7d) | 1.5 l | |
| | Malathion (Malation® 1000) (21d) | 1 l | |
| Chicharrita | Dimetoato (Rogor® 40) (21d) | 1 l | Cuando exista un promedio de cinco o más chicharritas por hoja. (Los insecticidas aplicados contra mosca blanca controlan indirectamente chicharrita). |
| | Endosulfan (Thiodan®) (4d) | 2 l | |
| | Malathion (Malation® 1000) (21d) | 1 l | |
| Trips | Malathion (Malation® 1000) (21d) | 1 l | Cuando se detecten cinco o más trips por planta pequeña. (Los insecticidas aplicados contra mosca blanca controlan indirectamente trips). |
| | Dimetoato (Rogor® 40) (21d) | 1 l | |
| | Diazinon (Diazol® 25CE) (7d) | 1.5 l | |

Continúa Tabla 7...

Continúa Tabla 7...

| Plagas | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|---|---|---------------------------------|---|
| Chinche verde apestosa y conchuela café | Mismos insecticidas que para chicharritas y para trips. | Mismas dosis | Con una o más chinches en 30 cm de hilera de plantas. (Los insecticidas aplicados contra mosca blanca controlan indirectamente chicharrita). |
| Diabrotica | Mismos insecticidas que para chicharritas y para trips. | Mismas dosis | Cuando se detecten de dos a tres adultos por planta chica y el follaje se observe dañado. (Los insecticidas aplicados contra mosca blanca controlan indirectamente diabrotica). |
| Gusano peludo | Acefate (Orthene® 80) (14d) Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) Metomil (Lannate® 90) (14d) | 1 l 1 a 1.5 l 300 a 400 g | Con presencia de dos o más larvas por metro lineal de surco. |
| Rata de campo | Cebos envenenados y trampeo. | 5 kg | |

h=hectárea; g=gramo; kg=kilogramo; ml=mililitro; l=litro.

* De acuerdo con el nombre comercial original en el mercado.

** Intervalo de seguridad en días a la cosecha.





Enfermedades

En Sinaloa, las enfermedades son una limitante para la producción de frijol, principalmente cuando se siembra fuera de época, se descuida el control de las plagas, se usan variedades no sugeridas y el manejo del agua de riego es inapropiado. Lo anterior y las condiciones de clima prevalecientes determinan la incidencia y severidad de las enfermedades.

Las principales enfermedades que atacan al cultivo son virosis (mosaico dorado, principalmente), moho blanco y pudriciones de raíz (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Macrophomina phaseolina* o *Sclerotium rolfsii*). Los virus del mosaico cálico, común y enano se presentan en baja incidencia; la roya ha sido superada con el desarrollo de variedades resistentes. El tizón común (*Xanthomonas campestris* = *axonopodis* pv. *phaseoli*) se puede manifestar cuando las condiciones ambientales favorecen su desarrollo, tales como humedad alta y clima cálido durante la estación de crecimiento del cultivo. A continuación se describen las principales enfermedades, sus medidas de prevención y combate.

Virus del mosaico dorado. Es la enfermedad viral más importante Sinaloa y su incidencia y severidad dependen en gran parte de las poblaciones de mosca blanca que se presenten en el cultivo y en sus inmediaciones. Ataca a todas las variedades. Los síntomas se caracterizan al principio por pequeñas áreas de color amarillo vehemente que contrastan con el verde normal de las hojas, éstos varían de intensidad según la variedad; a medida que la enfermedad avanza, las áreas amarillas cubren una mayor lámina foliar y se reduce la superficie verde; en algunos casos, la clorosis puede cubrir toda la hoja, con excepción de las nervaduras. En ciertas variedades las hojas adquieren una coloración completamente amarilla o dorada sin sufrir distorsión alguna; en ocasiones presentan arrugamientos y se encorvan por el ápice hacia el envés. Cuando la infección ocurre en la fase inicial de desarrollo, las plantas manifiestan una considerable reducción de tamaño y capacidad de rendimiento; para prevenirla, es recomendable ajustarse al período de siembra ya mencionado (las siembras anticipadas son las más afectadas por la enfermedad), utilizar variedades tolerantes y controlar de forma oportuna los insectos chupadores, en particular, la mosca blanca.

Virus del mosaico común. El síntoma característico de esta enfermedad en las hojas donde se observa el virus consiste en la presencia de parches de color verde oscuro a lo largo de las nervaduras (y un color verde claro en el fondo

de la hoja); éstos se distribuyen de manera irregular sobre la lámina foliar. Este síntoma puede acompañarse de otros, como el enrollamiento hacia el envés y el ampollamiento de las hojas. Cuando el ataque es severo se deforman hojas y vainas, las flores se caen, el crecimiento de la planta se reduce y baja el rendimiento. El virus se transmite de forma mecánica o a través de las semillas de plantas enfermas, por lo que se sugiere no utilizarlas para siembras posteriores y poner atención especial en el uso de semilla certificada. La transmisión del virus en el campo la efectúan algunas especies de pulgones; por lo tanto, es necesario tener un buen control de ellos.

Moho blanco. El hongo puede atacar en cualquier etapa de desarrollo de la planta; por lo general se presenta durante el período de floración, formación de vainas y llenado de grano. El hongo se agrupa en diversos órganos senescentes de la planta, tales como flores, hojas, ramas y tejidos heridos; después, penetra provocando manchas acuosas en las partes afectadas. Las manchas crecen de forma rápida y las lesiones se agrandan de forma paulatina, lo cual origina una pudrición color café claro que después se torna gris a café oscuro. Los tejidos afectados se descomponen deprisa y aparece sobre las lesiones un crecimiento blanco algodonoso (salivazo) que después se endurece y adquiere un color negro que por lo común se asemeja al excremento de los ratones, constituyéndose en estructuras (esclerocios) de resistencia del hongo con las cuales sobrevive en el suelo. El moho blanco se desarrolla a una temperatura media inferior a 21 grados Celsius (°C). La humedad relativa alta o la del suelo provocada por riegos pesados, lluvias invernales o rocíos intensos, reúne las condiciones propicias para que la enfermedad prolifere a gran velocidad.

Control. Como medida preventiva se sugiere sembrar en suelos nivelados con buen drenaje; con la densidad de siembra indicada, con semilla certificada y en surcos a la distancia recomendada; dar riegos ligeros en tiradas cortas de un máximo de 150 m de largo. Cuando aparecen los primeros focos de infección y las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad, se aconseja suministrar fungicidas químicos como carbendazim, benomyl, metil-tiofanato y fluazinam usando adherente en la mezcla; si a los 10 o 15 días las condiciones y el moho blanco persisten es conveniente una segunda aplicación. El patógeno queda en el suelo, en forma de esclerocios, después de la cosecha; al acumularse causa daños posteriores, por lo que deben eliminarse los residuos de paja y hacer rotación de cultivos con maíz, sorgo, trigo o cualquier otro cereal.





Roya o chahuixtle. El hongo ataca principalmente las hojas y vainas, rara vez tallos y pecíolos.

Síntomas. Los primeros síntomas aparecen en el envés de las hojas como pequeños puntos amarillo pálido; después de algunos días se rompe la epidermis dejando expuesta una pústula con una masa de esporas de color rojizo, de tamaño variable y que llegan a medir de 1 a 2 mm de diámetro. Cuando la infección es muy severa las hojas se tornan amarillas, se deshidratan, adquieren la apariencia de haber sido quemadas y por último mueren. Después de 8 a 10 días de la infección, la epidermis se rompe y las esporas quedan al descubierto, estas últimas son esparcidas por el viento, el hombre, los animales o los implementos de labranza. En regiones con invierno benigno (16 a 25°C) el hongo sobrevive mediante esporas que pueden desarrollar nuevamente la enfermedad a niveles de daño para el cultivo. La roya se presenta en variedades criollas sobre todo al sembrarlas en fechas tardías. Puede defoliar la planta de manera prematura y con ello reducir el tamaño de vainas y granos, lo cual se refleja en una disminución de la producción.

Control. A fin de evitar daños por esta enfermedad se aconseja utilizar las variedades recomendadas en su fecha óptima de siembra, ya que cuentan con resistencia genética al patógeno.

Cosecha

Esta etapa es importante dentro del proceso de producción, ya que lo obtenido por el buen manejo del cultivo se puede perder por una cosecha inoportuna o mal operada. La cosecha inicia al presentarse la madurez fisiológica de la planta, es decir, cuando el follaje de la planta y las vainas cambian de color verde a amarillo pálido, y las plantas empiezan a defoliarse; asimismo, ésta comprende tres fases: corte, enchorizado y trilla. El corte se puede llevar a cabo en forma manual o mecánica a través de máquinas cortadoras enchorizadoras de 4 o 6 surcos, que desde el momento de arranque dejan un chorizo de 8 o 12 surcos prácticamente juntos. Para la trilla es necesario considerar el porcentaje de humedad del grano; ésta se debe realizar cuando el contenido de humedad en el grano sea entre 14 y 16 % para evitar daños en el grano, pérdidas por desgrane y castigos en la recepción del grano en la bodega. Es preciso ajustar la trilladora para reducir a lo mínimo el quebrado del grano, en especial con las variedades de grano grande. Entre la operación de arranque a trilla por lo común transcurren entre 10 y 15 días.

Para mayor información dirigirse con los autores:

MC. Franklin Gerardo Rodríguez Cota
rodriguez.franklin@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81504

Campo Experimental Valle del Fuerte

MC. Raúl Hipólito Saucedo Acosta
sucedo.raul@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81502

Campo Experimental Valle del Fuerte

Ing. Tomás Moreno Gallegos
moreno.tomas@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81416

Campo Experimental Valle de Culiacán

Dr. Edgardo Cortez Mondaca
cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81507

Campo Experimental Valle del Fuerte

Centro de Investigación Regional del Noroeste





GARBANZO DE RIEGO

Introducción

El estado de Sinaloa es el productor más importante de garbanzo blanco en México y destaca por el alto porcentaje de su producción destinada al mercado de exportación, en el cual compite en forma ventajosa gracias a la calidad del producto obtenida.

En el mercado de exportación, el tamaño o calibre del grano ha sido el principal factor para determinar el valor del producto: entre más grande es su tamaño el precio es superior, los calibres de grano grueso llegan a valer más del doble que los delgados. Para el mercado internacional se requiere producir un garbanzo altamente diferenciado en cuanto a calidad, esto se logra con características de grano grande (calibre 40-44 granos en 30 gramos [g]), color blanco y rugosidad pronunciada, lo cual le ha permitido a la variedad Blanco Sinaloa 92 posicionarse en más de 40 países, siendo España, Argelia e Italia los compradores más sobresalientes.

Durante los últimos tres ciclos agrícolas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016, el promedio de la superficie cosechada con garbanzo a nivel estatal fue de 46,532 hectáreas (ha) con una producción de 77,891 toneladas (t). Por medio de esta agenda técnica se proporciona al agricultor elementos tecnológicos para poder conseguir la mejor capacidad de producción e incrementar la eficiencia en



el uso de los insumos y con ello obtener un mejor costo/beneficio aumentando la competitividad de este cultivo.

Selección y preparación del terreno

El garbanzo se adapta a una amplia gama de tipos de suelos; sin embargo, destacan los suelos profundos y de textura media. Se puede cultivar tanto en suelos de barrial como de aluvión; existen algunos problemas para su establecimiento en los suelos arenosos y poco profundos.

En suelos de “barrial” se sugiere la labranza convencional, es decir, barbecho, rastreo y nivelación, a fin de proceder a surcar y aplicar el riego de presiembra. Es conveniente sustituir el barbecho con un subsoleo al menos una vez cada cuatro años. En suelos de aluvión, con rastreo y nivelación es suficiente, para luego trazar bordos y canales y dar el riego de presiembra. Una vez que el terreno dé punto, se cubre la humedad mediante una cultivadora de pico o rastreo y enseguida hay que sembrar.

Cuando las condiciones del terreno lo permitan, es preciso emplear algún sistema de labranza reducida. La nivelación del terreno es muy importante para evitar inundaciones, ya que el cultivo es susceptible a excesos de humedad.

Variedades

La elección de la variedad es muy importante, tanto por las características del grano como por la resistencia a enfermedades. Blanco Sinaloa-92 es de grano blanco, rugosidad y calibre mayor a 9 milímetros (mm), y es de amplia aceptación en el mercado de exportación. Esta variedad ha sido reconocida en el mercado mundial como el garbanzo “tipo mexicano” y ha alcanzado un valor alto en dicho mercado. La variedad Jumbo 2010 posee un tamaño promedio de 83-88 g/100 semillas, equivalente a un calibre de 34-36 semillas/30 g de peso. Es importante señalar que ninguna de las variedades de garbanzo blanco desarrolladas en el noroeste de México, hasta ahora, tiene este calibre de grano. Su grano es de color blanco cremoso, de rugosidad pronunciada, similar a la de Blanco Sinaloa-92. Blanoro es una variedad de 66-72 g/100 semillas, equivalente a un calibre de 42-44 semillas en 30 g de peso (o calibre 3 x o 4 x). Su grano es de color blanco cremoso y de rugosidad pronunciada, similar a la de Blanco Sinaloa-92. (Tabla 8).





Tabla 8. Características agronómicas de las variedades de garbanzo.

| Variedad | Hábito de crecimiento | Días a madurez | Calibre de exportación | Reacción a rabia |
|-------------------|-----------------------|----------------|------------------------|------------------|
| Blanco Sinaloa-92 | SE | 140 | 46-48 | MR |
| Blanoro | SE | 130 | 44-46 | MR |
| Jumbo 2010 | SE | 135 | 34-36 | MR |

SE: Semi-Erecto; MR: Medianamente Resistente.

Época de siembra

Todas las variedades de garbanzo presentan su máximo rendimiento cuando la siembra se realiza en el mes de noviembre; se considera como fecha óptima entre el 15 de noviembre al 15 de diciembre. En las siembras tardías el rendimiento baja y aumenta la incidencia de plagas y enfermedades foliares.

Método de siembra

En suelos de “barrial”, para cualquiera de las variedades recomendadas es apropiada una separación entre surcos de 80 centímetros (cm) a hilera sencilla a una profundidad de 10 cm. Cuando el cultivo se desarrolla en condiciones de riego, la siembra se realiza en “tierra venida o un riego de asiento”, es decir, se aplica un riego de presiembra asegurando buenas condiciones para que la semilla esté en contacto con la humedad y tenga una buena germinación. En siembras de temporal y en cultivos desarrollados bajo la humedad residual de lluvias de verano, la separación entre surcos es de al menos 70 cm, debido a que la planta tiene un menor crecimiento por las características menos favorables comparadas con los sistemas de riego.

Densidad de siembra

La densidad de siembra depende del hábito de crecimiento de la variedad, tamaño de semilla y método de siembra empleado. Si se ajusta al número de semillas sugeridas por metro, la población fluctuará de 12 a 14 plantas por metro lineal de surco (Tabla 9). Es necesario asegurarse de que la semilla tenga un mínimo de 85 por ciento (%) de germinación y ajustarse a la densidad de plantas por metro lineal sugeridas, ya que una densidad mayor propicia el desarrollo de enfermedades fungosas.

Tabla 9. Densidad de siembra de garbanzo blanco por variedad, método de siembra y tamaño de semilla.

| Variedad | Semillas hilera sencilla | kg/ha a utilizar |
|-------------------|--------------------------|------------------|
| Blanco Sinaloa-92 | 16-18 | 100 |
| Blanoro | 16-18 | 100 |
| Jumbo 2010 | 12-15 | 80 |

kg=kilogramo; ha=hectárea.

Riegos

En suelos de barrial se sugiere dar dos riegos de auxilio: el primero previo a la floración, a los 40 días; y el segundo, al iniciar el llenado de cápsulas, a los 65 días. Ambos riegos deben ser ligeros y de preferencia en surcos alternos, es decir, un surco sí y otro no. En suelos de aluvión se recomienda 1 o 2 riegos de auxilio, el segundo riego depende de la humedad disponible al llenado de la cápsula o de la presencia de lluvias extemporáneas. La longitud de los surcos no debe exceder de 120 metros (m).

Los riegos pesados o las lluvias abundantes son negativos para el garbanzo, principalmente en la etapa de floración y llenado de vaina, ya que la planta tira las flores y vainas que iniciaron su desarrollo, lo cual incide en la disminución del rendimiento. El manejo de los riegos de auxilio es muy importante para minimizar los riesgos de presencia de enfermedades en el cultivo.

Fertilización e inoculación

En el garbanzo, como en la mayoría de las leguminosas, debe tenerse en cuenta la posible fijación de nitrógeno (N) atmosférico por bacterias del género *Rhizobium*, pues mediante este proceso el cultivo aprovecha hasta 120 kilogramos (kg) de N/ha. La semilla se inocula solo en suelos donde en los últimos dos años no se haya sembrado garbanzo.

Es pertinente señalar que fungicidas como captán y PCNB afectan a las bacterias de *Rhizobium* del suelo y el inoculante, por lo que se debe tener cuidado de no utilizar estos fungicidas; en caso contrario es necesario fertilizar.





Cuando se cuenta con un análisis de suelo se fertiliza según lo indicado en la Tabla 10. En cualquier caso, aplicar los fertilizantes al escarificar o en forma simultánea con la siembra. Al cumplir un mes de haber sembrado se sugiere verificar la nodulación, si es escasa o nula es conveniente suministrar de inmediato 80 kg de N/ha y efectuar el riego de auxilio.

Tabla 10. Dosis de nitrógeno para garbanzo con base en análisis de suelo.

| Nitrógeno disponible en el suelo (kg/ha) | Dosis de nitrógeno para aplicar (kg/ha) |
|--|---|
| ≤20 | 170-210 |
| 20-40 | 140-180 |
| 40-60 | 110-150 |
| 60-80 | 80-120 |
| 80-100 | 50-90 |
| ≥100 | 40-60 |

kg=kilogramo; ha=hectárea.

Cuando se carece de un análisis de suelo y se siembra garbanzo después de una gramínea, se sugiere fertilizar con 80 kg/ha de N y si el cultivo anterior fue otra leguminosa u hortaliza, aplicar de 40 a 60 kg/ha de N.

La fertilización con fósforo (P) queda condicionada al análisis de suelo. En caso de emplear el método Bray P1 para su determinación, se suministra alrededor de 40 kg/ha si el análisis de laboratorio registra menos de 20 kg/ha de P.

Inoculación

Las leguminosas como el garbanzo, la soya y el frijol pueden capturar la mayor parte del nitrógeno que requieren de la atmósfera debido a su capacidad de fijación. Se ha determinado que el aire atmosférico contiene 80 % de nitrógeno disponible, por lo que estas plantas consiguen y utilizan este nitrógeno mediante la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium* una vez formados los nódulos en sus raíces.

La inoculación es la práctica mediante la cual se provee a las raíces bacterias específicas, de acuerdo con el cultivo y la región donde se adapten y colonicen para llevar a cabo el proceso de fijación del nitrógeno. En la zona centro de Sinaloa, los cultivos inoculados con bacterias del género *Azospirillum* en

combinación con *Rhizobium etli* en dosis de 400g/ha han mostrado buena respuesta en rendimiento.

Se recomienda inocular de preferencia en suelos en donde los últimos dos años no se haya establecido garbanzo. Existen factores importantes que disminuyen la colonización radicular, sobre todo los fungicidas dirigidos al suelo, el manejo del agua de riego, la rotación de cultivos y la excesiva fertilización química.

Para lograr que esta práctica sea benéfica se aconseja tener las siguientes precauciones: utilizar el inoculante específico verificando la fecha de expedición del producto y adaptado a la región, e inocular la semilla en el mismo día de la siembra no dejándola a la intemperie.

Control de maleza

El garbanzo debe mantenerse libre de malas hierbas durante los primeros 50 días de desarrollo mediante dos cultivos: el inicial, previo al primer riego de auxilio, cuando la planta tenga una altura de 10 a 20 cm, a los 30 o 40 días después de la siembra; y el último, al cierre; éstos se complementan con la utilización de picos y vertederas al levantar los surcos; se debe asegurar que el surco quede bien formado para conducir con facilidad el agua de riego.

En caso de lotes infestados de maleza en suelos de barrial se recomienda el empleo de herbicidas preemergentes como trifluralina, a una dosis de 2 litros por hectárea (l/ha), aplicada de manera previa o al momento de la escarificación.

Control de plagas

Para evitar mermas en el rendimiento y en la calidad del garbanzo es necesario realizar un buen manejo de las plagas insectiles basándose en medidas preventivas tales como: sembrar en la fecha recomendada, emplear la densidad de siembra adecuada, regar en el momento oportuno y llevar a cabo una fertilización apropiada.

Es recomendable una inspección constante del cultivo mediante muestreos semanales para realizar las acciones de control de manera oportuna. El insecto más importante del cultivo de garbanzo es el gusano de la cápsula; sin embargo, con cierta frecuencia el gusano soldado y el gusano trozador rebasan el umbral económico de daño, en ocasiones el minador de la hoja.





A continuación, se describen las principales características y el daño que originan las plagas mencionadas.

Gusano trozador. *Agrotis* spp. Los adultos son palomillas de tamaño mediano y colores oscuros; las larvas son de color gris café robustas y llegan a medir hasta 3 cm de largo. Durante la noche muerden las plantas en la base del tallo, por encima de la superficie del suelo, ocasionando su muerte, lo cual provoca la disminución de la población de plantas y, al mismo tiempo, un bajo rendimiento si se reduce por debajo de 12 plantas/m. La presencia de poblaciones de gusano trozador y su daño ocurren durante las primeras tres semanas después de la emergencia del cultivo. Se sugiere efectuar muestreos periódicos y cuando se corra el riesgo de que el número de plantas sea menor a la densidad recomendada por metro lineal (por debajo de 12 plantas en promedio). Se recomienda realizar el control químico durante la tarde en los focos de infestación, con mochila manual y con la boquilla abierta, dirigiéndolo a la base de las plantas.

Minador de la hoja. *Liriomyza sativae* Blanchard. Los adultos son mosquitas de alrededor de 2.5 mm, de color amarillo y con el dorso oscuro. Ponen sus huevos en los cotiledones, eclosionan y las larvas al alimentarse realizan galerías por debajo de la cutícula superior de las hojas, en ocasiones éstas son infectadas por patógenos, se secan y se defolian. Este insecto también ataca al follaje del garbanzo, pero el daño, por lo general, no se refleja en la producción de grano, ya que sólo prospera hasta la etapa de floración. El insecto hace galerías en las hojas, por lo cual, se presentan defoliaciones severas cuando sus poblaciones son muy altas; si ocurre cuando el grano está en formación, el rendimiento y la calidad decrecen debido a que el grano queda “chupado”. Se considera que las siembras del mes de noviembre son menos afectadas. El insecto es parasitado por varias especies de avispitas que lo mantienen bajo control. Se sugiere realizar muestreos periódicos para detectar larvas parasitadas o muertas, las cuales son fácilmente reconocidas por su coloración negra; las larvas vivas son amarillas. Con un parasitismo bajo y un daño mayor de 20 %, se propone el control químico.

Gusano soldado. *Spodoptera exigua* (Hübner). Las larvas del gusano soldado son de color verde con bandas claras longitudinales en los costados del cuerpo, con apariencia lisa, carecen de cetas y tienen la cabeza café claro; en su máximo desarrollo rebasan los 2.5 cm de longitud. Los huevecillos son depositados en masa de 50 a 150 sobre las hojas y son cubiertos con una especie de tela formada por las escamas del abdomen de la palomilla hembra para protegerlos. Por lo

común, las larvas consumen el follaje tierno y cuando la infestación es alta también se alimentan de los granos en formación, afectando el rendimiento y la calidad; el daño del gusano soldado en las cápsulas se diferencia del ocasionado por el gusano de la bolsa porque el primero perfora la cápsula dejando un orificio irregular, en cambio, el segundo, realiza un orificio más o menos redondo y sus excrementos los deja generalmente dentro de la cápsula. El garbanzo soporta defoliaciones severas, pero cuando el daño es superior a 20 % es necesario considerar la posibilidad de suministrar un insecticida específico de acuerdo con el vigor y desarrollo del cultivo; se sugiere que las larvas no pasen de 1.2 cm de largo para obtener un control adecuado de la plaga en el momento de la aplicación. En etapa de fructificación, se recomienda el control químico cuando los muestreos indiquen dos o más larvas por metro lineal.

Gusano de la cápsula. *Helicoverpa virescens* (F.) y *Helicoverpa zea* (Boddie). Las hembras adultas depositan de 450 a 2 mil huevos durante su período reproductivo, son colocados en forma aislada, por lo general, sobre la yema apical de crecimiento y sobre las hojas cercanas a los fructificaciones. Se pueden ver a simple vista, al ser ovipositados son de color blanco, pero después se tornan color crema y por último café oscuro. Este insecto es la plaga principal del cultivo debido al daño que origina, pues disminuye el rendimiento y la calidad del grano, principalmente en fechas de siembras tardías, lo cual provoca que se requiera una o más aplicaciones de insecticidas y, por ende, se generen pérdidas económicas. Se aconseja hacer muestreos periódicos y, al detectar más de dos larvas por metro lineal de surco, se sugiere realizar el control químico. Es conveniente mencionar que los primeros instares larvales son los más susceptibles, por lo que es preferible dirigir las aplicaciones a larvas menores de 1.2 cm de largo.

El número de insecticidas registrados para emplearse en garbanzo es restringido; no obstante, en el noroeste de México se utilizan algunos insecticidas que tienen buena efectividad sobre el gusano de la cápsula y el gusano soldado, tal es el caso de Novaluron (Rimon® a 200 mililitros por hectárea [ml/ha]), Benzoato de emamectina (Denim® a 200 ml/ha) y Clorfenapyr (Sunfire® de 0.4 a 0.5 kg/ha), además tienen registro en España, país que importa la mayor cantidad del grano producido en México. El control de lepidópteros se ha realizado con cloripirifos a dosis de 1 l/ha sin que haya representado inconvenientes en el producto de exportación. (Tabla 11).



Tabla 11. Principales insectos que atacan al cultivo de garbanzo, insecticidas, dosis y épocas de aplicación.

| Plaga | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|----------------------|---|-------------|---|
| Gusano trozador | Acefate (Orthene® 80) (21d)** | 1 a 1.5 l | Cuando se corra el riesgo de que el número de plantas sea menor a la densidad recomendada por metro lineal. |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 300 a 400 g | |
| | Metomilo (Lannate® 90 PS) (14d) | | |
| Minador de la hoja | Deltametrina (Decis® 2.5CE) (1d) | 0.5 l | Con daño mayor a 20 % y la mayoría de las larvas vivas. |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| Gusano soldado | Spinetoram (Exalt®) (1d) | 300 a 400 g | Con 20 % o más de daño en el follaje, de acuerdo con desarrollo del cultivo. En etapa de fructificación con mismo umbral que para gusano de la cápsula. |
| | Deltametrina (Decis® 2.5CE) (1d) | 0.5 l | |
| | Bacillus thuringiensis (Biobit®)*** (0d) | 0.75 a 1 kg | |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| Gusano de la cápsula | Spinetoram (Exalt®) (1d) | 300 a 400 g | Cuando se detecten dos larvas o más por metro lineal, desde el inicio de la floración. |
| | Deltametrina (Decis® 2.5CE) (1d) | 0.5 l | |
| | Bacillus thuringiensis (Biobit®)*** (0d) | 0.75 a 1 kg | |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 a 1.5 l | |

ha=hectárea; l=litro; g=gramo; kg=kilogramo.

* De acuerdo con el nombre comercial original en el mercado.

** Intervalo de seguridad en días a la cosecha.

*** Con larvas de 1er y 2do instar de preferencia.

Control de enfermedades

Las enfermedades que atacan al garbanzo son la rabia, la roya o chahuixtle, el moho gris y el mildiú.

Rabia. Las plantas son atacadas en cualquier edad y el primer síntoma en las hojas consiste en una decoloración verde grisácea, seguida de un amarillamiento; en ocasiones ocurre la caída de las hojas y la marchitez parcial o total de la planta. El hongo se localiza principalmente en los vasos leñosos de las raíces y el tallo, los cuales se tornan de color café a rojizo oscuro y muestran hifas del hongo, a veces esporas. Las plantas enfermas se extraen con facilidad del suelo a través de un tirón leve y se puede observar necrosis en la raíz principal, en las raíces laterales y en el cuello del tallo. Ha sido una enfermedad causante de fuertes daños a la producción de este cultivo y difícil de erradicar del suelo, aunque es suprimida bajo condiciones alcalinas. En suelos fertilizados la mortalidad de plantas es más baja; si la humedad del suelo es de 25 % o más, la pérdida del cultivo puede ser casi total. El ataque por fusarium es favorecido por temperaturas entre 24 y 27 grados Celsius (°C).

Control. Para su prevención se deben dar riegos ligeros, evitando estancamientos que la fomenten, y destruir los residuos infectados a fin de evitar su diseminación. Se sugiere emplear variedades de reciente liberación, pues se comportan tolerantes a este complejo de hongos. En suelos infectados en los que la enfermedad provoca la muerte de 20 % o más de plantas, se recomienda rotar la superficie con cultivos que no sean leguminosas ni gramíneas.

Roya. Se presenta en todas las áreas productoras cuando existe un ambiente favorable y causa pérdidas considerables. Las pústulas en tallos son de tamaño variable y pueden llegar a cubrirlos en su totalidad. Las primeras pústulas se encuentran en las partes bajas de las plantas al iniciarse la floración. Tanto en el haz como en el envés de las hojas son de color rojizo, después se cubren de un halo púrpura que algunas veces cubre la hoja por completo, dando a las plantas un aspecto rojizo. Cuando el ataque es muy severo no hay producción de grano, si lo hay, es pequeño, arrugado y manchado.

Control. Para prevenir la enfermedad se requiere ajustarse a la fecha de siembra y usar las variedades sugeridas.

Moho gris. Esta enfermedad ha ocurrido esporádicamente en Sinaloa, en particular, en años húmedos y lluviosos. Existe la posibilidad de que vuelva a presentarse si esas condiciones ambientales reinciden. La mayor severidad se manifiesta bajo condiciones de alta humedad y afecta cualquier etapa de desarrollo del cultivo.





Síntomas. Los síntomas pueden ser desde aborto de flores, necrosamiento de los puntos de crecimiento y base del cogollo, así como atizonamiento de las hojas, lo cual le da a la planta una apariencia quemada. En todas las partes de la planta afectadas por el hongo se observa una coloración gris oscura debido a la formación de estructuras fúngicas. El patógeno responde a las condiciones de humedad del medio ambiente y cuando le son favorables difícilmente se puede obtener un buen control mientras éstas prevalezcan.

Control. Aplicaciones de Benomil, en dosis de 0.5 a 1 kg/ha, para ayudar a controlar la enfermedad; sin embargo, su prevención se logra con prácticas tendientes a evitar la alta humedad en el cultivo, como el sembrar a un mínimo de 80 cm de separación entre surcos y con tiradas de riego cortas.

Mildiú. El hongo causante de esta enfermedad es *Peronospora* sp la cual es favorecida al prevalecer condiciones de alta humedad relativa y temperaturas moderadas. En el haz de las hojas los síntomas iniciales son manchas de color verde claro o verde amarillento que pueden estar en el centro o borde de las mismas. Las hojas con infecciones severas adquieren un color amarillo, luego se tornan café con un ligero enrollamiento de los bordes y caen de forma prematura. En los últimos años se ha presentado una incidencia alta y un aumento progresivo principalmente en la zona centro de Sinaloa y, de forma más severa, en los municipios de Angostura y Mocorito debido a la alta humedad relativa de la zona costera, lo cual implica buscar fuentes de resistencia.

Control. Para su prevención debe sembrarse en surcos espaciados por lo menos a 80 cm y aplicar riegos ligeros en tiradas cortas. Si se observan indicios de la enfermedad, se sugiere aplicar Mancozeb o Clorotalonil. En caso de que el daño se extienda y persistan condiciones de alta humedad, será necesario utilizar Metalaxil o Cymoxanil a dosis comercial.

Cosecha

En las variedades de hábito convencional como son la mayoría de las variedades cultivadas en Sinaloa, se deben cortar las plantas cuando presenten un color verde amarillento y al menos la mitad de las cápsulas tenga un color café. El “enchorizado” se efectúa una vez que todas las vainas se tornen color café, mientras que la trilla, cuando estén bien secas, labor que se realiza entre 12 y 15 días después del corte. En las plantas de porte erecto la trilla directa se lleva a cabo cuando el follaje presente un secado completo, es decir, defoliado en

un 80 %, con tallos y pecíolos secos, y el grano contenga entre 14 y 16 % de humedad, con el propósito de evitar pérdidas por quebrado.

Las normas de calidad internacionales dividen la recepción de la cosecha en tres intervalos: el primero de 0 a 1.5 % de grano manchado; el segundo de 1.6 a 4 % y el tercero de 4.1 a 8 %. Los intervalos de calibre son desde 44/46 hasta 60/64 semillas en 30 g. La recepción de cosecha nueva se acepta con un máximo de 1.5 % de granos verdes y cafés, libres de plaga viva o muerta, exentos de granos picados por gorgojo y con un máximo de 2.5 % de granos comidos por gusanos.

Para mayor información dirigirse con los autores:

Dr. Víctor Valenzuela Herrera

valenzuela.victor@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81415

Campo Experimental Valle de Culiacán

MC. Franklin Gerardo Rodríguez Cota

rodriguez.franklin@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81504

Campo Experimental Valle del Fuerte

MC. Raúl Hipólito Saucedo Acosta

saucedo.raul@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81502

Campo Experimental Valle del Fuerte

MC. Jesús Asunción López Guzmán

lopez.jesus@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81416

Campo Experimental Valle de Culiacán

Dr. Sixto Velarde Félix

velarde.sixto@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81410

Campo Experimental Valle de Culiacán

Dr. Edgardo Cortez Mondaca

cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81507

Campo Experimental Valle del Fuerte

Centro de Investigación Regional del Noroeste





GARBANZO DE TEMPORAL

Introducción

El estado de Sinaloa destaca por el alto porcentaje de la producción nacional de garbanzo destinado principalmente al mercado de exportación, con siembras de riego y temporal. La producción se lleva a cabo en suelos arcillosos o de barrial, arenosos, pedregosos y en aluvión, con rendimientos promedio que varían de 0.8 toneladas por hectárea (t/ha) en temporal hasta 1.8 t/ha en riego. Durante el ciclo agrícola 2015-2016, la superficie cosechada con garbanzo a nivel estatal fue de 48, 085 ha, de las cuales 20 % (9, 700 ha) fueron de temporal, con una producción de 10, 200 t y un rendimiento medio de 1.05 t/ha. Por medio de esta agenda técnica se proporciona al agricultor elementos tecnológicos para poder obtener la mejor capacidad de producción e incrementar la eficiencia bajo el sistema de régimen de temporal, procurando que la rentabilidad del cultivo bajo esta condición mejore.

Selección y preparación del terreno

El garbanzo se adapta a una amplia gama de tipos de suelos; sin embargo, destacan los suelos profundos, de textura media y pedregosos, sobre todo en la zona serrana. Se puede cultivar tanto en suelos de barrial como de aluvión; existen algunos problemas para su establecimiento en los suelos arenosos y poco profundos. El cultivo de temporal se limita dependiendo de la condición de humedad que ofrece las lluvias de verano. Se sugiere la labranza convencional; un rastreo y surcado para su posterior siembra.



Es conveniente sustituir el barbecho con un subsuelo para lograr retener toda la humedad posible de las lluvias. Cuando las condiciones del terreno y el clima lo permitan se recomienda utilizar algún sistema de labranza reducida.

Variedades

La elección de la variedad es muy importante, tanto por las características del grano como por la resistencia a enfermedades. Las variedades recomendadas para el ciclo de temporal se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Características agronómicas de las variedades de garbanzo.

| Variedad | Hábito de crecimiento | Días a madurez | Calibre de exportación | Reacción a rabia |
|-------------------|-----------------------|----------------|------------------------|------------------|
| Blanco Sinaloa-92 | SE | 140 | 46-48 | MR |
| Blanoro | SE | 130 | 44-46 | MR |
| Jumbo 2010 | SE | 135 | 34-36 | MR |

SE: Semi-Erecto; MR: Medianamente Resistente.

Época de siembra

La época de siembra es un factor importante en cualquier cultivo, pues de ella depende el buen desarrollo de la planta. Para garbanzo de temporal, la siembra se realiza con la humedad que dejan las últimas lluvias de verano y, por lo general, esta práctica coincide con la fecha de siembra entre el 1 al 20 de octubre; si las precipitaciones son fuertes y prolongadas, aunadas a una buena preparación del terreno, la humedad puede ser suficiente para sembrar en el mes de noviembre.

Método de siembra

La siembra bajo condiciones de temporal se efectúa en plano; la semilla debe colocarse donde esté en contacto con la humedad, ésta puede variar entre 10 y 20 centímetros (cm) de profundidad. Para cualquiera de las variedades recomendadas se sugiere una separación entre surcos de 80 cm a hilera sencilla.

Densidad de siembra

La densidad de siembra depende del hábito de crecimiento de la variedad, el tamaño de semilla y el método de siembra empleado. Si se ajusta al número





de semillas sugeridas por metro, la población fluctuará de 12 a 14 plantas por metro lineal de surco. Es necesario asegurarse que la semilla tenga un mínimo de 85 % de germinación y ajustarse a la densidad de plantas por metro lineal sugeridas, ya que una densidad mayor propicia el desarrollo de enfermedades fungosas. La Tabla 13 muestra la diferencia de densidad en relación con el tamaño de la variedad.

Tabla 13. Densidad de siembra de garbanzo blanco por variedad, método de siembra y tamaño de semilla.

| Variedad | Semillas hilera sencilla | kg/ha a utilizar |
|-------------------|--------------------------|------------------|
| Blanco Sinaloa-92 | 16-18 | 100 |
| Blanoro | 16-18 | 100 |
| Jumbo 2010 | 12-15 | 80 |

kg=kilogramo; ha=hectárea.

Control de maleza

El garbanzo debe mantenerse libre de malas hierbas durante los primeros 50 días de desarrollo, mediante dos cultivos, el primero aproximadamente a los 30 o 40 días después de la siembra y el segundo al cierre del cultivo.

En suelos de barrial, en caso de lotes infestados de maleza se recomienda el empleo de herbicidas preemergentes como la trifluralina, a una dosis de 2 litros por hectárea (l/ha).

Control de plagas

Las plagas más importantes son los gusanos trozador, soldado y de la cápsula, así como el minador de la hoja. Los insecticidas, dosis y época de aplicación aparecen en la Tabla 11.

Control de enfermedades

Las enfermedades que atacan al garbanzo son la rabia, la roya o chahuixtle, el moho gris y el mildiú. Los síntomas y algunos métodos para su control se presentan en el apartado del garbanzo de riego.

Cosecha

En las variedades de hábito convencional se deben cortar las plantas cuando presenten un color verde amarillento y, al menos, la mitad de las cápsulas cuando tengan un color café. El enchorizado se efectúa una vez que todas las vainas se tornan color café, mientras que la trilla, cuando estén bien secas, labor que se realiza entre los 12 y 15 días después del corte. En las plantas de porte erecto, la trilla directa se lleva a cabo en el momento en que el follaje presenta un secado completo, es decir, defoliado en 80 %, con tallos y pecíolos secos, y el grano contenga entre 14 y 16 % de humedad, para evitar pérdidas por quebrado.

Las normas de calidad internacionales dividen la recepción de la cosecha en tres intervalos: el primero de 0.0 a 1.5 % de grano manchado; el segundo de 1.6 a 4 % y el tercero de 4.1 a 8 %. Los intervalos de calibre son desde 44/46 hasta 60/64 semillas en 30 g y la recepción de cosecha nueva se acepta con un máximo de 1.5 % de granos verdes y cafés, libres de plaga viva o muerta, exentos de granos picados por gorgojo y con un máximo de 2.5 % de granos comidos por gusanos.

Para mayor información dirigirse con los autores:

Dr. Víctor Valenzuela Herrera

valenzuela.victor@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81415

Campo Experimental Valle de Culiacán

MC. Franklin Gerardo Rodríguez Cota

rodriguez.franklin@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81504

Campo Experimental Valle del Fuerte

MC. Raúl Hipólito Saucedo Acosta

saucedo.raul@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81502

Campo Experimental Valle del Fuerte

MC. Jesús Asunción López Guzmán

lopez.jesus@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81416





Campo Experimental Valle de Culiacán

Dr. Sixto Velarde Félix

velarde.sixto@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81410

Campo Experimental Valle de Culiacán

Dr. Edgardo Cortez Mondaca

cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81507

Campo Experimental Valle del Fuerte

Centro de Investigación Regional del Noroeste





MAÍZ

Introducción

El maíz ocupa el primer lugar entre los ocho principales cultivos básicos producidos en el estado de Sinaloa durante el ciclo otoño-invierno y se le considera como el más tradicional e importante, tanto por la superficie sembrada como por la rentabilidad y las posibilidades de incremento del rendimiento medio, gracias al potencial que ofrecen los nuevos híbridos comerciales y a la tecnología desarrollada en los años recientes. Durante el ciclo otoño-invierno 2014-2015, Sinaloa aportó a la producción nacional un volumen de 5'071,718 toneladas (t) obtenidas de 481,612 hectáreas (ha) sembradas, y un rendimiento de 10.53 t/ha bajo condiciones de riego.

La producción del maíz, y los cultivos en general, es afectada por una gran diversidad de factores de manejo, suelo y clima, lo cual origina el uso de diferentes prácticas agronómicas y la utilización de diversos insumos en dosis y épocas variables, conformando con ello la tecnología empleada en cada condición o parcela. Por lo anterior, una de las alternativas es encontrar la combinación ideal de prácticas que permitan mejorar la eficiencia de la producción, es decir, generar el máximo rendimiento al menor costo posible por unidad de superficie sin menoscabo de la calidad ambiental.

El desarrollo tecnológico del cultivo del maíz en Sinaloa ha permitido incrementar, a partir de los años 90', el rendimiento promedio estatal en alrededor de 280 kilogramos por hectárea (kg/ha) por año y cultivarse, en la actualidad, al menos 400 mil ha anuales. Esto es atribuido, sin duda, a la aplicación integrada de



diferentes componentes tecnológicos por un mayor número de productores, por ejemplo, el uso de híbridos cada vez con mayor potencial de rendimiento; sin embargo, un porcentaje relativamente elevado de productores alcanzan rendimientos muy por abajo del potencial, lo cual limita de manera sustancial sus ingresos o la obtención de mayores márgenes de utilidad, por tanto, se requiere optimizar una serie de factores que inciden en su productividad.

Con este documento se pretende que el productor y el técnico agrícola tengan mayores elementos de juicio en la toma de decisiones para el manejo agronómico del maíz en Sinaloa.

Necesidades de suelo

Requiere de suelos con pendiente menor a 1 por ciento (%) y con una profundidad mayor a 50 centímetros (cm) y hasta 1 metro (m); las texturas más adecuadas son las siguientes: franca, franca-limosa, franca-arcillo-limosa, franca-arcillo-arenosa y franca-arcillosa, es decir, las texturas medias son las idóneas para el maíz, aunque también prospera de manera satisfactoria en otras como las arcillosas.

El maíz se considera sensible al déficit de oxígeno, por lo cual requiere de suelos con un buen drenaje o con uno moderadamente bueno, tanto superficial como interno. Se debe evitar la inundación al efectuar los riegos de auxilio, ya que está considerado como un cultivo sensible al exceso o estrés de agua. Asimismo, presenta una mayor disminución del rendimiento de grano cuando hay un déficit de agua en la etapa de floración, debido a la reducción en el número de granos por mazorca. Además, es sensible a la salinidad, por lo cual requiere suelos con una conductividad eléctrica menor a 2.7 decisiemens (dS) para evitar una baja de rendimiento superior a 10 % (Tabla 14). El potencial de hidrógeno (pH) óptimo es alrededor de 7.



Tabla 14. Disminución del rendimiento en por ciento de acuerdo con el nivel de sales solubles o conductividad eléctrica.

| Cultivo | Disminución del rendimiento (%) | | | |
|---------|---------------------------------|-----|-----|-----|
| | 0 | 10 | 25 | 50 |
| Frijol | 1 | 1.5 | 2.3 | 3.6 |
| Maíz | 1.7 | 2.5 | 3.8 | 5 |
| Cártamo | 5.3 | 6.2 | 7.6 | 9.9 |
| Trigo | 6 | 7.4 | 9.5 | 13 |
| Algodón | 7.7 | 9.6 | 13 | 17 |

Preparación del terreno

La preparación convencional (Figura 1) consiste en labores de labranza primaria como son el subsoleo, el barbecho, los rastreos, la nivelación, el surcado y la escarificación, principalmente, con el propósito de facilitar la siembra y la conducción del agua de riego, así como eliminar la maleza. Este sistema se ha caracterizado por el alto uso de maquinaria, equipos, combustible y mano de obra, lo cual se traduce en altos costos de operación. Por otro lado, para facilitar su utilización se ha recurrido a la quema de residuos de cosecha, lo que deteriora los suelos al disminuir el nivel de materia orgánica y su fertilidad, entre otros.

La estrategia es la utilización de labranza reducida o de conservación y la siembra directa (Figura 2), dejando al menos 30 % de los residuos de cosecha sobre el terreno. Esta práctica es, en el corto y mediano plazo, una de las opciones más viables para mejorar la eficiencia de producción de granos, reduciendo al mínimo el paso de maquinaria sobre el terreno, utilizando en lo posible los implementos convencionales o, en su defecto, implementos adaptados o especializados para ello.

La tecnología consiste en la siembra de maíz sin preparación primaria del suelo; ésta se realiza de manera directa procurando tener al menos 30 % de cobertura, ya sea con paja de residuos de maleza o del cultivo anterior (Figura 2). El sistema se aplica en separaciones de surco tradicional, 76 a 80 cm; sin embargo, el empleo de camas entre 1.52 y 1.6 m con siembra en doble hilera permite un mejor manejo del riego y una mayor duración de la altura de las camas, con lo cual se facilita la continuidad del sistema. La sembradora deberá tener





discos frontales cortadores por delante del machete, así como un sistema de sellado de la semilla cuyas llantas estén posicionadas en forma de “V”. No hay cambios importantes en la forma de fertilizar pero es conveniente contar con discos cortadores frontales en el equipo al momento de abrir surco para minimizar la obstrucción de la paja, depositar el fertilizante, ya sea líquido o granulado, y facilitar la conducción del agua. El sistema permite aprovechar la humedad de lluvias y no implica cambios en la densidad de población o híbrido.

El rendimiento tanto en siembra directa como en el sistema tradicional es similar, y al no quemar aproximadamente 12 mil kg de rastrojo de maíz significa un retorno al suelo de 60 kg/ha de nitrógeno orgánico y poder incrementar en un punto porcentual el contenido de materia orgánica en cuatro años y, por ende, mejorar muchas propiedades físico-químicas del suelo. Esta cobertura de paja permite reducir la temperatura del suelo y la evapotranspiración, a la vez que se incrementa la capacidad de almacenamiento de agua, lo cual representa un ahorro entre 500 a 800 metros cúbicos por hectárea (m^3/ha) de agua, equivalentes a medio riego de auxilio.



Figura 1 y 2. Siembra tradicional en terreno labrado (izq.) y siembra directa en terreno sin preparación y con cobertura de paja (der.).

Híbridos

La generación de híbridos y su incursión en el mercado es muy dinámica y variable, con cambios por lo general cada tres años. Se presenta una relación de materiales evaluados en el Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF), con la finalidad de que sirva como guía en cuanto a la oferta de materiales para su siembra, bajo la responsabilidad directa de la compañía semillera que lo

representa (Tabla 15). En años futuros se sugiere visitar el Campo Experimental y pedir información en cuanto a dicha relación.

Tabla 15. Híbridos de maíz evaluados en 2015 y 2016 en CEVAF para fines de recomendación del Comité Consultivo Regional de Variedades de Plantas (CCRVP)

| Híbrido | Días a floración | | Altura en cm | | Color de grano | Compañía |
|-----------|------------------|-----|--------------|-----|----------------|---------------------------------------|
| | Masc | Fem | Pl | Mz | | |
| DK3000 | 91 | 91 | 322 | 159 | Blanco | Asgrow |
| GARAÑON | 104 | 103 | 314 | 173 | Blanco | Asgrow |
| XR-47 | 90 | 90 | 316 | 168 | Blanco | Grupo Ceres S.A de C.V |
| XR-49 | 103 | 102 | 311 | 189 | Blanco | Grupo Ceres S.A de C.V |
| XR-56 | 85 | 85 | 318 | 147 | Blanco | Grupo Ceres S.A de C.V |
| MAX1360 | 91 | 91 | 311 | 153 | Blanco | Semillas y Consultorías S.A. de C.V. |
| MAX312 | 92 | 90 | 308 | 155 | Blanco | Semillas y Consultorías S.A. de C.V. |
| MAX1363 | 93 | 92 | 192 | 145 | Blanco | Semillas y Consultorías S.A. de C.V. |
| XS-4614 | 107 | 106 | 304 | 172 | Blanco | Comercializadora Megasem S.A. de C.V. |
| XS-4517 | 105 | 101 | 318 | 166 | Blanco | Comercializadora Megasem S.A. de C.V. |
| SULTAN | 92 | 92 | 310 | 152 | Blanco | Comercializadora Megasem S.A. de C.V. |
| ARTILLERO | 90 | 91 | 306 | 146 | Blanco | Comercializadora Megasem S.A. de C.V. |
| N1R03 | 92 | 92 | 321 | 145 | Blanco | Novasem Innovaciones S.A. de C.V. |
| N1R01 | 89 | 89 | 301 | 131 | Blanco | Novasem Innovaciones S.A. de C.V. |
| P-3090 | 101 | 100 | 327 | 161 | Blanco | PHI México S.A. de C.V. |
| P3289 W | 91 | 90 | 332 | 164 | Blanco | PHI México S.A. de C.V. |
| P3254 W | 89 | 88 | 336 | 153 | Blanco | PHI México S.A. de C.V. |
| P-3258 | 91 | 89 | 322 | 164 | Blanco | PHI México S.A. de C.V. |
| SX9104 | 90 | 90 | 307 | 134 | Blanco | Syngenta AgroS.A. de C.V. |
| SX9004 | 91 | 91 | 303 | 124 | Blanco | Syngenta Agro S.A. de C.V. |
| SYN-914 | 105 | 104 | 291 | 149 | Blanco | Syngenta Agro S.A. de C.V. |
| SYN-904 | 104 | 103 | 284 | 135 | Blanco | Syngenta Agro S.A. de C.V. |

Continúa Tabla 15...





Continúa Tabla 15...

| Híbrido | Días a floración | | Altura en cm | | Color de grano | Compañía |
|-----------|------------------|-----|--------------|-----|----------------|---|
| | Masc | Fem | Pl | Mz | | |
| SZ6008 | 86 | 84 | 297 | 137 | Blanco | Syngenta Agro S.A. de C.V. |
| P-32-01-Y | 90 | 90 | 328 | 150 | Amarillo | PHI México S.A. de C.V. |
| XR20AF21 | 89 | 91 | 306 | 146 | Amarillo | Grupo Ceres S.A. de C.V. |
| NA-35 | 103 | 102 | 289 | 181 | Amarillo | Novasem Innovaciones S.A. de C.V. |
| SATÉLITE | 105 | 104 | 313 | 183 | Amarillo | Semillas Híbridas Universo S.A. de C.V. |

cm=centímetros; Masc=Masculina; Fem=Femenina; Pl=Planta; Mz= Mazorca.

Fecha de siembra

En el norte de Sinaloa —Valle del Fuerte— la siembra óptima para la producción de grano es del 25 de octubre al 30 de noviembre, mientras que en el centro del estado es en noviembre y diciembre (Figura 3). La mayor superficie destinada a la producción de maíz se realiza en el ciclo otoño-invierno debido a que las temperaturas en dicha época son más favorables o propicias para el crecimiento y el desarrollo del cultivo (Mendoza *et al.* 2003).

La siembra de enero reduce el posible daño por heladas en el norte, en especial, en el Valle del Carrizo; no obstante, implica una reducción de 10 a 20 % en el rendimiento.

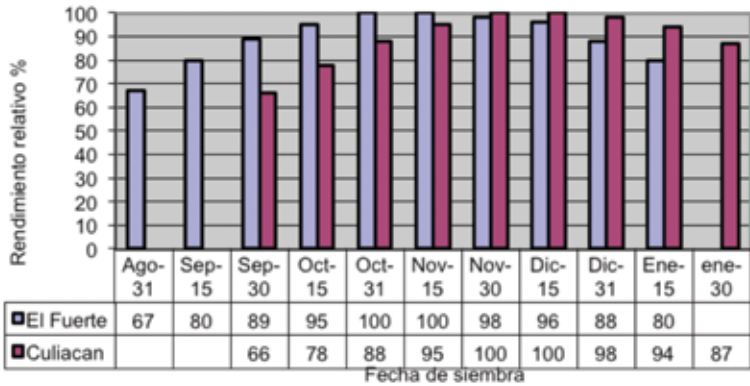


Figura 3. Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento de maíz en Sinaloa.

Densidad de siembra y población

La densidad de siembra y población tiene un fuerte impacto tanto en la producción como en el costo del insumo (semilla). La densidad de población final óptima a la cosecha es de 80 a 85 mil plantas (pl) por hectárea (pl/ha); poblaciones inferiores a 80 mil pl/ha tienen un efecto negativo en rendimiento, mientras que poblaciones superiores a 90 mil pl/ha tienen un posible efecto de reducción y de mayor costo, y exponen al cultivo a riesgos de acame. Esta población final se obtiene mediante una densidad de siembra de 100 mil semillas/ha, la cual se consigue a partir de la distribución de alrededor de 8 semillas por metro lineal en hilera sencilla en surcos con 76 a 80 cm de separación; esta población finalmente se reduce hasta cierto punto de manera natural por no lograrse 100 % de la germinación, por posibles daños debido a los gusanos trozador y cogollero, y por el daño mecánico al momento de los cultivos, entre otros.

Método de siembra tradicional

En suelos de barrial y en el sistema convencional, la siembra puede realizarse en seco o en húmedo, mientras que en suelos de aluvión o en los sistemas de labranza reducida o de conservación, es preferible en húmedo. Al sembrar en seco es conveniente depositar la semilla de 3 a 4 cm de profundidad en el lomo del surco y regar por trasporo; asegurarse que el nivel de salinidad no sea mayor a 2.5 dS de conductividad eléctrica para reducir problemas en la germinación por la acumulación de sales en el centro del lomo del surco cuando se riega en surcos continuos bajo este sistema. Al sembrar en húmedo procurar depositar la semilla de 6 a 8 cm de profundidad.

Es importante que la tierra haya “dado punto” para lograr un buen sellado y evitar que se tape el orificio del tubo de descarga de la semilla y que no se adhiera demasiado suelo húmedo a los machetes de la sembradora ni a la llanta selladora, pues puede provocar que la semilla quede a una profundidad menor de la requerida, causando un mal anclaje de la planta y con posibilidades de perderla.

Método de siembra en surcos a 80 cm doble hilera (DH), camas a 1m doble hilera y surcos angostos (SA)

Los métodos consisten en sembrar en surcos a 80 cm de separación con dos hileras de plantas separadas de 20 a 22 cm en la cama de siembra (S-80 DH); una





hilera en surcos angostos separados a 50 cm (SA) o camas a 1 m de separación con doble hilera a 40 cm (C-100 DH), manteniendo una densidad de siembra aproximada de 100 mil semillas por hectárea en los tres casos. A partir de estos métodos se maximiza el índice del área foliar y se obtiene una mayor eficiencia en la intercepción de la radiación solar desde las etapas iniciales de desarrollo, lo cual permite incrementar de manera significativa el rendimiento de grano.

La siembra se realiza en húmedo y en seco; la densidad de siembra es de 5 semillas por metro lineal tanto en surcos angostos como en camas a 1 m, así como cuatro semillas por metro lineal por hilera en surcos a 80 cm en doble hilera, procurando en este último, al igual que en las camas a 1 m, dejar una condición de acamado en la surquería, al marcar o escarificar, para facilitar el paso y pisado de las ruedas selladoras de la sembradora, a fin de que garanticen una siembra apropiada.

En surcos a 80 cm doble hilera se requiere una sembradora de ocho unidades de siembra, acomodadas de forma estratégica para obtener la separación entre hileras indicada. En el caso de surcos angostos y camas a metro, si se emplea un número par (4, 6 u 8) de botes de siembra, se requiere una separación de 2 m de centro a centro entre las llantas del tractor; en cambio, si es non (5,7), esta será de 1.5 m; en estas modalidades la escarificación, la siembra, los cultivos y la abierta de surco tendrán que realizarse acorde con el número de surcos cubiertos desde el momento de la marca y emplear un rodado trasero no mayor a 15.5 pulgadas de ancho.

El incremento promedio en el rendimiento de grano es de 10 y 17 % con el sistema de siembra en doble hilera y surcos angostos a 50 cm, respectivamente, lo cual equivale a 1.3 y 1.7 t/ha, respectivamente, en relación con el sistema tradicional en surcos a 80 cm en hilera sencilla.

Fertilización

Es importante realizar análisis químico de suelos para evaluar la disponibilidad nutrimental y otras condiciones químicas del suelo como la salinidad y la alcalinidad. Los resultados experimentales indican una respuesta rentable de nitrógeno (N) y fósforo (P), y en ocasiones de potasio (K).



Fertilización con nitrógeno

Una manera de calcular de forma rápida la dosis por aplicar de nitrógeno es de acuerdo con la disponibilidad en kg/ha en el suelo como NO_3 , estimada mediante análisis químico; menor de 20, aplicar 360 kg de N; de 20 a 40, 330 kg de N; de 40 a 60, 300 kg de N; de 60 a 80, 270 kg de N; de 80 a 100, 240 kg de N; y mayor de 100, 180 kg de N.

Método ecuación-racional

Cada terreno requiere de una fertilización específica debido a las características propias de los suelos (textura, nivel de nitratos, materia orgánica, etcétera.), a la rotación de cultivos, a la incorporación de residuos de cosecha, al tiempo de descanso entre el cultivo anterior y el nuevo cultivo, a la meta de rendimiento, etcétera. Lo anterior manifiesta la complejidad para manejar la fertilización de manera eficiente, siendo necesario:

- Realizar un análisis de suelo con anticipación a la siembra.
- Conformar toda la información posible sobre manejo del cultivo (ciclo del híbrido, probable número de aplicaciones de fertilizante, sistema de riego, tiempo entre la cosecha del cultivo anterior y siembra del nuevo cultivo, incorporación de residuos de cosecha, meta de rendimiento) y del suelo (textura, pendiente, concentración de nutrientes, pH, salinidad, etcétera).
- Efectuar un programa de fertilización y hacer posibles modificaciones o correcciones en función de un análisis foliar durante el desarrollo del cultivo.

La ecuación de cálculo basada en el análisis de suelo y la meta de rendimiento (Castellanos *et al.*, 2005) es la siguiente:

$$\text{Dosis de nitrógeno (N) en kg/ha} = \frac{\text{Demanda} - \text{Suministro del suelo}}{\text{Eficiencia de la fertilización}}$$

Donde:

Demanda = Meta de rendimiento * Demanda de nitrógeno / tonelada de producto





Suministro = N de la materia orgánica + N residual inorgánico + N del cultivo anterior + N atmosférico (fijación biológica) + N del agua de riego

Eficiencia = Factor de eficiencia del uso de nitrógeno

Lo anterior se puede representar por la ecuación siguiente:

$$\text{Dosis de N} = ((Mr * Ne) - (Nm + Ni + Nca + Nat + No + Nar) * Fen) / FENA$$

Donde:

Mr = Meta de rendimiento, t/ha

Ne = N extraído por tonelada de grano de maíz extraída del campo (22 kg/t)

Nm = N mineralizado de la materia orgánica, kg/ha

Ni = N residual inorgánico en el perfil del suelo muestreado, kg/ha

Nca = N del cultivo anterior (mineralizado [+]) o inmovilizado [-] de los residuos de cosecha del cultivo anterior, kg/ha

Nat = N atmosférico (probable fijación biológica por microorganismos), kg/ha

No = N mineralizado de enmiendas orgánicas, kg/ha

Nar = N en el agua de riego, kg/ha

Fen = Factor de eficiencia de aprovechamiento del nitrógeno, (0.7)

FENA = Factor de eficiencia del nitrógeno aplicado como fertilizante químico, (variable de 0.3 a 0.7)

Fertilización con fósforo y potasio

Para estos nutrimentos la dosis se determina en función del contenido determinado en el suelo (Tabla 16 y 17) y la meta de rendimiento esperada (Tabla 18 y 19), respectivamente. Por ejemplo, si el contenido de fósforo en el suelo fue de 15 partes por millón (ppm) (moderadamente bajo) con el método Bray-1 y la meta de rendimiento es de 10 t/ha, la dosis por aplicar es de 70 kg/ha.



Tabla 16. Contenido de fósforo en el suelo de acuerdo con el método de análisis utilizado y su interpretación.

| Método de análisis | Contenido de fósforo, ppm | | | | | | |
|--------------------|---------------------------|------|-----------|-------|-----------|-------|----------|
| | Muy bajo | Bajo | Mod. bajo | Medio | Mod. alto | Alto | Muy alto |
| Bray-1 | 0-4 | 5-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-60 | >61 |
| Olsen | 0-4 | 5-9 | 10-12 | 13-18 | 19-25 | 26-35 | >36 |

Mod.=Moderadamente; ppm=partes por millón. Fuente: Castellanos, et al., 2005.

Tabla 17. Niveles de potasio extraído con acetato de amonio y su interpretación, en suelos de regiones semiáridas y templadas de acuerdo con el grupo textural.

| Grupo textural | Contenido de potasio en suelo, ppm | | | | | | |
|----------------|------------------------------------|---------|-----------|---------|-----------|----------|----------|
| | Muy bajo | Bajo | Mod. bajo | Medio | Mod. alto | Alto | Muy alto |
| Fina | <125 | 125-175 | 175-250 | 250-450 | 450-800 | 800-1200 | >1200 |
| Media | <80 | 80-150 | 150-200 | 200-400 | 400-600 | 600-1000 | >1000 |
| Gruesa | <50 | 50-100 | 101-150 | 151-250 | 251-400 | 401-600 | >600 |

Mod.=Moderadamente; ppm=partes por millón. Fuente: Castellanos, et al., 2005.

Tabla 18. Dosis de fósforo recomendada para maíz con base en el nivel del suelo y la meta de rendimiento.

| Meta de rendimiento t/ha | Dosis de P ₂ O ₅ (kg o unidades/ha) | | | | | | |
|--------------------------|---|------|-----------|-------|-----------|------|----------|
| | Muy bajo | Bajo | Mod. bajo | Medio | Mod. alto | Alto | Muy alto |
| >12 | 135 | 120 | 90 | 75 | 40 | 0 | 0 |
| 10-12 | 110 | 90 | 80 | 70 | 35 | 0 | 0 |
| 8-10 | 80 | 75 | 70 | 65 | 30 | 0 | 0 |
| 6-8 | 65 | 60 | 55 | 50 | 20 | 0 | 0 |
| 4-6 | 55 | 50 | 45 | 40 | 0 | 0 | 0 |

Continúa Tabla 18...





Continúa Tabla 18...

| Meta de rendimiento t/ha | Dosis de P_2O_5 (kg o unidades/ha) | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------------------|------|-----------|-------|-----------|------|----------|
| | Muy bajo | Bajo | Mod. bajo | Medio | Mod. alto | Alto | Muy alto |
| 2-4 | 35 | 30 | 25 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| <2 | 30 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

t= tonelada; ha=hectárea; kg=kilogramo; Mod.=Moderadamente. Fuente: Castellanos, et al., 2005.

Tabla 19. Dosis de potasio sugeridas de acuerdo con su nivel en el suelo, el cultivo y la meta de rendimiento.

| Cultivo | Meta rendimiento (t/ha) | Cantidad de potasio a agregar al cultivo (kg de K_2O /ha) de acuerdo con el nivel de K intercambiable | | |
|---------|-------------------------|--|------|-----------|
| | | Muy bajo | Bajo | Mod. bajo |
| | | | | |
| Maíz | <5 | 60 | 50 | 0 |
| | 5-10 | 75 | 60 | 30 |
| | >10 | 100 | 75 | 60 |
| Sorgo | <5 | 60 | 50 | 0 |
| | 5-10 | 75 | 60 | 30 |
| | >10 | 100 | 75 | 60 |
| Trigo | <4 | 50 | 40 | 0 |
| | 4-6 | 70 | 50 | 25 |
| | >6 | 90 | 60 | 50 |

t= tonelada; ha=hectárea; kg=kilogramo; Mod.=Moderadamente. Fuente: Castellanos, et al., 2005.

Cuándo y cómo fertilizar

Dividir o fraccionar la aplicación de nitrógeno tantas veces como el sistema o el número de riegos lo permita y como máximo hasta la floración. Es recomendable aplicar 30 % de la dosis requerida o programada en presiembra, 40 % en el cierre del cultivo y el resto en la floración; en todos los casos se aprovecha o se hace coincidir con un riego de auxilio.

En el caso del fósforo es conveniente aplicarlo en su totalidad al momento de la marca del surco o escarificación, o dejar 50 % para su aplicación al cierre del cultivo o en el agua del primer riego de auxilio, siempre y cuando se utilice una fuente líquida o altamente soluble y el contenido de fósforo en el suelo haya sido reportado de moderadamente bajo a medio.

El potasio se puede dividir en dos partes iguales tanto en presiembra-siembra como en el cierre del cultivo, ya sea inyectado o en el agua de riego.

Las aplicaciones en banda (al marcar, escarificar, sembrar o cultivar) son siempre más eficientes que al voleo (en especial con fósforo por su baja movilidad), excepto el sulfato de amonio, que debe cuidarse al aplicarse al voleo e incorporarse con rastra, o bien, desde la marca de surcos para evitar daños a la semilla por su alto índice salino.

Las aplicaciones en el agua de riego están sujetas al empleo de formas líquidas o altamente solubles; considerar que la eficiencia de su aplicación estará determinada por la eficiencia del riego, principalmente en su distribución, en particular, en el caso del nitrógeno cuya forma final es NO_3^- que en general no es retenido por las arcillas del suelo dada su carga negativa moviéndose fácilmente con el agua en el perfil.

Manejo y programación del riego

La agricultura es el mayor usuario de agua en las áreas de desarrollo y, por consiguiente, enfrenta el reto de utilizar este recurso en forma eficiente para competir en los otros sectores. En México, la agricultura bajo riego se encuentra en transición: transita de la fase de expansión a la fase de maduración, donde la optimización de los insumos agrícolas como el agua es de suma importancia ante su limitada, costosa e incierta disponibilidad.

Doorembos y Kassam (1986), reportaron que el cultivo de maíz, según las condiciones climáticas y sin considerar otros factores de producción, requiere, a lo largo de su ciclo, entre 500 y 800 milímetros (mm) de agua bien distribuida, de acuerdo con sus fases fenológicas; las fases de floración (-15 días) y llenado de grano (+30 días) son las más críticas para obtener la máxima producción. Se menciona que la disponibilidad de agua en el momento oportuno es el factor más crítico para determinar el rendimiento.

En Sinaloa, el requerimiento de riego total es de 445 mm (4,450 metros cúbicos por hectárea [m^3/ha]) para una variedad típica de ciclo intermedio (Ojeda *et al.*, 2006); la etapa de mayor demanda es la de floración femenina (jiloteo), con 4.47 mm/día, la cual se alcanza cuando se acumulan 823 grados día (GD), como se muestra en la Tabla 20.





Tabla 20. Fenología y consumo de agua en cada una de las etapas fenológicas del maíz (Ojeda *et al.*, 2006).

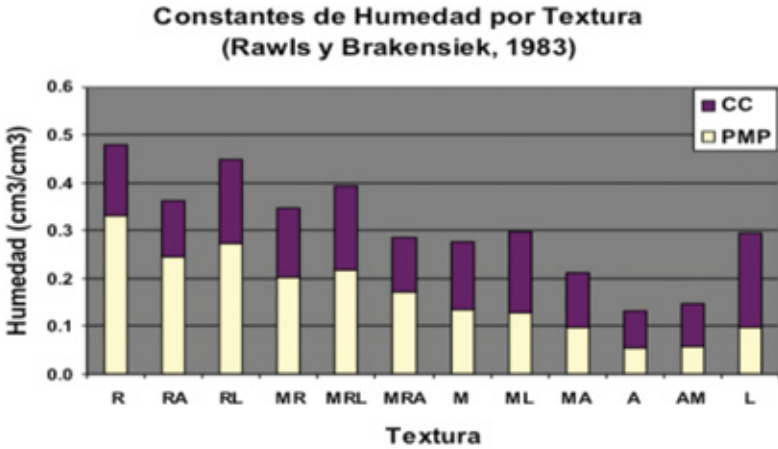
| Etapa | Clave | Profundidad radicular (cm) | Kc | Consumo de agua promedio | | | Duración etapa | |
|----------------|-------|----------------------------|-----------|--------------------------|------------|-----------|----------------|--------|
| | | | | Diario (mm) | Etapa (mm) | Acum (mm) | GD | GDA |
| Emergencia | Ve | 7 | 0.05-0.3 | 0.59 | 7.10 | 7.10 | 109.4 | 109.4 |
| 4 hojas | V4 | 30 | 0.4-0.45 | 0.63 | 21.60 | 28.70 | 207.0 | 316.4 |
| 8 hojas | V8 | 70 | 0.8-0.85 | 1.41 | 52.20 | 80.90 | 185.5 | 501.9 |
| 12 hojas | V12 | 80 | 0.9-0.98 | 2.50 | 35.00 | 115.90 | 74.1 | 576.0 |
| Flor masculina | VT | 90 | 1-1.12 | 3.03 | 39.30 | 155.20 | 89.1 | 665.1 |
| Jiloteo | R1 | 100 | 1.15-1.25 | 4.47 | 67.00 | 222.20 | 158.3 | 823.4 |
| Grano acuoso | R2 | 100 | 1.1-1.2 | 4.87 | 82.90 | 305.10 | 155.1 | 978.5 |
| Grano lechoso | R3 | 100 | 1-1.1 | 4.32 | 47.50 | 352.60 | 123.7 | 1102.2 |
| Grano masoso | R4 | 100 | 0.8-1 | 4.34 | 47.80 | 400.40 | 137.5 | 1239.7 |
| Grano abollado | R5 | 100 | 0.6-0.85 | 2.97 | 20.80 | 421.20 | 95.8 | 1335.5 |
| Madurez | R6 | 100 | 0.3-0.4 | 1.85 | 14.80 | 436.00 | 115.6 | 1451.1 |
| Cosecha | - | 100 | 0.05-0.2 | 0.81 | 8.90 | 444.90 | 189.6 | 1640.7 |

cm=centímetros; mm=milímetros; Ve=Emergencia; V=Etapa vegetativa; R=Etapa reproductiva; Kc=Coefficiente de consumo de agua, representa la relación entre el consumo de agua del cultivo y el de un pasto; Acum= Acumulado; GD=Grados día o tiempo térmico antes llamadas unidades calor; GDA=Grados día acumulados.

Un estrés causado por deficiencia de agua en el período de floración puede ser motivo de una merma de 6 a 13 % al día, en el rendimiento final.

En el estado de Sinaloa, la tabla anterior puede usarse como base para la programación de los riegos del maíz por etapa fenológica, esto aplica para suelos con capacidad de almacenamiento de agua alta (HA), como los de textura arcillosa, arcillo-limosa, franco arcillo-limosa, franco-arcillosa y limosa, con valores de humedad aprovechable (HA) que puedan oscilar de 0.13 a 0.18 cm³/cm³, lo cual representa de 130 a 180 mm de agua en un perfil de 1 metro de suelo (1,300 a 1,800 m³/ha). HA es el resultado de restar capacidad de campo (CC)

y punto de marchitez permanente (PMP), tomados del límite superior de cada barra de color en la Figura 4.



R= arcilla; A= arena; M= franco o migajón; L= limo

Figura 4. Estimación de las constantes de humedad (CC y PMP) y humedad aprovechable (HA=CC-PMP) a partir de la textura del suelo en Sinaloa.

Además de lo anterior, también se deben evitar fechas de siembra tardías. En la Tabla 21 se presentan los programas de riego por etapa recomendados para dos condiciones de disponibilidad de agua (normal y escasez) para Sinaloa.

Tabla 21. Distribución de riegos recomendada para maíz en suelos con humedad aprovechable mayor de 130 mm/m sembrados dentro del período sugerido.

| Número de riego | Normal | | | | Escasez | | | |
|-----------------|---------|---------|-----|------------|---------|---------|-----|-------------|
| | Ln (mm) | Lb (mm) | GDA | Etapa | Ln (mm) | Lb (mm) | GDA | Etapa |
| 1 | 141 | 235 | -80 | Presiembra | 141 | 235 | -80 | Pre-siembra |
| 2 | 54 | 160 | 436 | V6 | 72 | 160 | 500 | V8-V10 |
| 3 | 74 | 160 | 616 | VT | 98 | 160 | 747 | R1 |

Continúa Tabla 21...



Continúa Tabla 21...

| Normal | | | | | Escasez | | | |
|-----------------|---------|---------|------|-------|---------|---------|-----|-------|
| Número de riego | Ln (mm) | Lb (mm) | GDA | Etapa | Ln (mm) | Lb (mm) | GDA | Etapa |
| 4 | 86 | 160 | 819 | R1 | 109 | 160 | 996 | R3 |
| 5 | 91 | 160 | 1006 | R3 | | | | |
| Total | 446 | 875 | | | 420 | 715 | | |

mm=milímetros; Ln= Lámina neta o requerimiento neto de agua, Lb= Lámina bruta o por aplicar, GDA= Grados Día Acumulados.

La reducción de un riego de auxilio genera un ahorro de agua de 1,300 m³/ha sin afectar de manera significativa los rendimientos usuales, lo cual indica que es posible generar programas de riego específicos de una zona de riego con diferentes escenarios de disponibilidad de agua, considerando las condiciones fenológicas, climáticas y edáficas de las parcelas.

Un trabajo experimental para evaluar el efecto del número de riegos sobre el rendimiento de grano con fecha de siembra del 30/12/2002 conducido en el Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) durante el ciclo 2002-2003, explica de forma clara el efecto del número de riego sobre el rendimiento en el norte de Sinaloa. En la Tabla 22 se puede observar que donde se aplicaron tres y cuatro riegos de auxilio no hubo diferencia significativa en rendimiento y que la fecha de siembra tardía exige un riego adicional.

Tabla 22. Efecto del número de riegos con el rendimiento en el cultivo de maíz en el norte de Sinaloa. (INIFAP-CIRNO-CEVAF, 2003).

| Riegos aplicados (auxilios) | Días al riego | Etapa fenológica | Rendimiento (t/ha) | Reducción de rendimiento (%) |
|-----------------------------|---------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|
| 2 | 66 | V10-11 hojas | 6.79 | 36.05 |
| | 94 | Antesis | | |
| 3 | 66 | V10-V11 | 9.73 | 8.42 |
| | 94 | Antesis | | |
| | 113 | Grano lechoso | | |
| 4 | 59 | V8-V9 | 9.8 | 7.7 |
| | 78 | V13 | | |
| | 94 | Antesis | | |
| | 113 | Grano Acuoso- lechoso | | |

Continúa Tabla 22...

Continúa Tabla 22...

| Riegos aplicados (auxilios) | Días al riego | Etapas fenológicas | Rendimiento (t/ha) | Reducción de rendimiento (%) |
|-----------------------------|---------------|------------------------|--------------------|------------------------------|
| 5 | 44 | V6 | 10.62 | 0 |
| | 66 | V10-V11 | | |
| | 87 | Inicio de espigamiento | | |
| | 113 | Grano acuoso | | |
| | 131 | Grano masoso | | |

t=tonelada; ha=hectárea; %=por ciento. V=Etapa vegetativa; V10=Etapa vegetativa con 10 hojas verdaderas; Precipitación durante el ciclo: 30 mm.

Programación del riego con sensores de humedad del suelo

La disponibilidad de la humedad del suelo es uno de los factores más importantes que afectan el rendimiento del maíz, en términos de calidad y rendimiento, y debe estar asociada a la fenología del cultivo y a la tolerancia del cultivo al estrés hídrico. La Figura 5 muestra una curva ideal del efecto del contenido de humedad en el rendimiento.

A niveles altos de humedad (casi saturación) el rendimiento se ve afectado por una reducción en el oxígeno disponible para las raíces. El otro extremo se presenta cuando la humedad disponible es muy baja, por lo que la planta usa gran cantidad de energía para extraer la poca humedad disponible que se encuentra fuertemente retenida por las partículas del suelo.

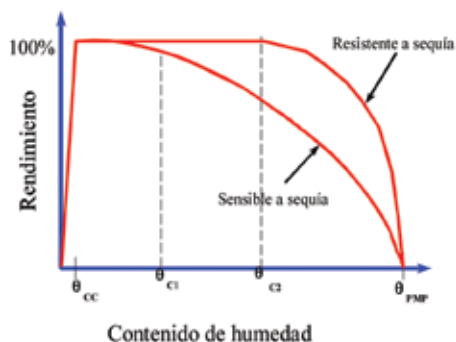


Figura 5. Efecto del contenido de humedad (q) en el rendimiento para los cultivos sensible y resistente a la sequía (IMTA-INIFAP, 2010).





Muchas veces el contenido de humedad en el suelo está lejos de su valor óptimo; y debe estar por arriba de un valor crítico (q_c) en el cual la planta muestra síntomas de estrés, que se traduce finalmente en la reducción de la calidad y la cantidad del rendimiento.

Los sensores de humedad del suelo TDR (Time Domain Reflectometry) determinan la variación de las propiedades dieléctricas relacionadas con las variaciones en el contenido volumétrico de agua (θ_v), el cual representa la relación del volumen de agua (cm^3) contra el volumen total de suelo (cm^3). Bajo saturación, el contenido volumétrico de agua (expresado en porcentaje) sería igual al porcentaje de espacio poroso en el suelo. La electrónica en el TDR genera y mide el regreso de una señal de alta energía (viaja hacia abajo y de regreso por el suelo) a lo largo de una guía compuesta por las dos barras intercambiables de acero inoxidable, como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. TDR-SPECTRUM 300 equipo portátil para programación de riegos.

Cuando se toma una lectura es importante que las barras se inserten completamente en el sustrato; de lo contrario, parte del volumen muestreado estaría compuesto por aire y la lectura sería más baja de lo que debería ser.

Ejemplo de aplicación. Se tiene un suelo arcilloso (R) en una parcela con maíz bajo riego por gravedad. El cultivo se encuentra en una etapa fenológica inicial y se requiere conocer el momento oportuno para aplicar el primer riego de auxilio.

Solución:

De la Figura 4 se obtiene que para un suelo arcilloso (R), las constantes de

humedad son $CC = 48\%$ y $PMP = 33\%$ (volumétrica), por lo tanto, la humedad aprovechable del suelo es $HA = 48 - 33 = 15\%$.

De acuerdo con la etapa del cultivo y el sistema de riego, un CR adecuado de riego puede ser cuando se consume 70% de HA, es decir, $HFA = HA \times 0.7 = 15 \times 0.7 = 10.5\%$. En etapas reproductivas el valor de CR es más bajo ($50 - 40\%$) y para condiciones de sequía este valor puede ser más alto.

Por lo tanto, $CR = CC - HFA = 48 - 10.5 = 37.5\%$, que es el momento del riego. Si el TDR 300 registra en promedio 1 milisiemens (mS)/ 100 de 40 (Tabla 23), corresponde a una humedad de 38% y el riego debe ser aplicado.

Tabla 23. Relación del período (mS) de TDR200 (20 cm) y el contenido volumétrico de humedad (%) en dos texturas.

| Período mS/100 | Textura | |
|----------------|----------------------|------------|
| | Franco arcillosa(MR) | Arcilla(R) |
| 28 | | 27.50 |
| 30 | 22.00 | 29.00 |
| 32 | 23.00 | 31.50 |
| 34 | 24.00 | 33.50 |
| 36 | 24.50 | 34.70 |
| 38 | 25.00 | 37.00 |
| 40 | 26.00 | 38.00 |
| 42 | 27.00 | 40.00 |
| 44 | 27.50 | 42.00 |
| 46 | 28.00 | 43.50 |
| 48 | 29.00 | 45.00 |
| 50 | 30.00 | 47.00 |
| 52 | 31.00 | 49.00 |
| 54 | 32.00 | 50.00 |
| 56 | 32.50 | 52.00 |
| 58 | 33.00 | |
| 60 | 34.00 | |
| 62 | 34.50 | |
| 64 | 35.50 | |
| 66 | 36.00 | |

mS= milisiemens; %=por ciento.





Plataforma IRRIMODEL

Es un sistema inteligente para programación de riego bajo condiciones variables de clima y de disponibilidad de agua y manejo. Pronostica el riego con un alto nivel de precisión basado en el concepto grados día (GD). Con aplicación a nivel parcelario (un productor) o por distritos de riego, llevando un seguimiento automático de la variación de la humedad del suelo en la zona de raíces (Balance de humedad), como se muestra en la Figura 7.

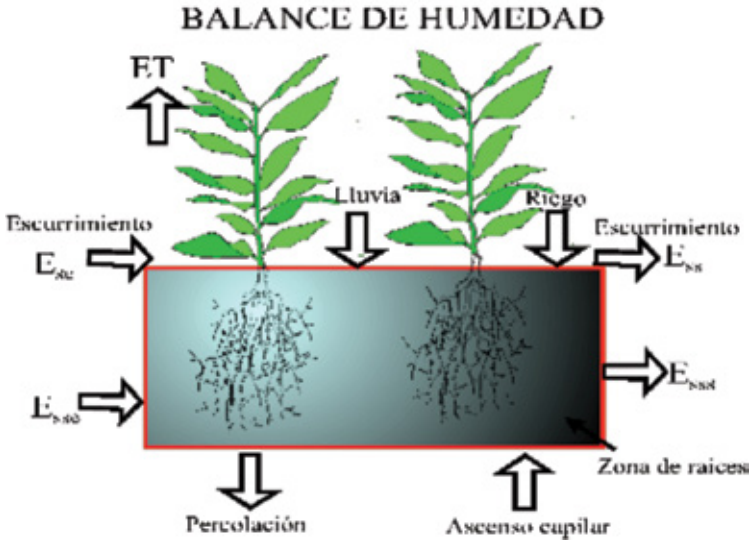


Figura 7. Componentes del balance hídrico de la zona de raíces.

La plataforma se enlaza en forma automática vía internet a la red de estaciones climáticas de la red INIFAP y ejecuta los procesos de programación integral de riego de un número indefinido de parcelas manejadas por los usuarios, éstos pueden ser productores técnicos y operadores de módulos de riego (Sifuentes *et al.*, 2015). Para tener acceso a la plataforma el usuario debe solicitar al CEVAF un usuario y contraseña, estar conectado a internet y dar de alta parcelas y siembras con la información requerida por el mismo programa, por ejemplo, tipo de suelo, estación meteorológica más cercana, fecha de siembra, cultivo, variedad y sistema de riego, como se describe en la Figura 8.



Figura 8. Diagrama de flujo para la programación integral y la gestión del riego en tiempo real a través de internet con la plataforma IRRIMODEL.

Control de insectos plaga: descripción, daño y manejo

El maíz es afectado por diversas plagas que, de no controlarse de manera adecuada, pueden disminuir en forma significativa el rendimiento. El daño que causa cada una de ellas depende de la densidad de población en que se presenten y de la capacidad de la planta para evitarlo o soportarlo. El manejo de las plagas implica que la utilización de una medida de control sea oportuna y efectiva. A continuación, se mencionan las principales plagas y los daños que ocasionan, así como algunas sugerencias de control.

Gusano trozador. *Agrotis* spp. Las palomillas son de tamaño medio y de colores oscuros. Depositán sus huevos uno a uno cerca de las plántulas recién emergidas. Las larvas se alimentan de las plantas mordién-dolas por arriba de la base del tallo, lo cual ocasiona su muerte. Un gusano trozador puede destruir las plantas de varios metros, aunque sólo consuma una parte de ellas. Esta plaga





es importante desde la emergencia del cultivo hasta que las plantas alcanzan cerca de 20 cm de altura. El ataque ocurre durante la noche y las plantas son cortadas unos centímetros por encima de la superficie del suelo y en manchones.

Los tratamientos a la semilla se sugieren sólo cuando los lotes tienen antecedentes de fuertes infestaciones de trozadores o han permanecido ociosos el ciclo anterior; si no es así, se recomienda realizar aspersiones dirigidas a la hilera de las plantas cuando el daño ponga en riesgo la densidad de plantas aconsejadas por metro lineal (7 plantas). La aplicación de insecticida debe ser por la tarde, con mochila de aspersión manual, con la boquilla abierta para asperjar en chorro sobre la hilera de plantas y solamente en los manchones con daño de plaga.

Trips. *Caliothrips phaseoli* (Hood) y *Frankliniella* spp. El adulto mide poco más de 1 mm de largo; el trips negro del frijol es gris oscuro y el trips del cogollo es color amarillo. Los huevecillos son depositados en el envés y en el haz de las hojas; después de cuatro a cinco días las ninfas emergen, éstas son de tono pálido y transitan por cuatro instares, en los dos primeros tienen mayor actividad y se les encuentra en el follaje, luego caen al suelo para vivir el tercer y cuarto instar; éstos últimos son de poca o nula actividad y no se alimentan.

Por lo común, los trips son una plaga de inicio de temporada del cultivo, cuyo daño de importancia ocurre en las primeras tres semanas. El trips negro y el trips del cogollo pican los tejidos de la superficie de las hojas y chupan la savia que brota de las heridas provocadas, originando cicatrices que, en conjunto, dan a la planta un aspecto cenizo y “acebollado” (con las hojas flácidas colgando hacia abajo). Si las infestaciones son muy altas retrasan el crecimiento de las plantas. Esta plaga es favorecida por períodos de sequedad debido a que las plantas tienen un crecimiento más lento. Se sugiere el control químico cuando se observen cinco trips negros o más por planta chica en el envés de las hojas, o si se presentan colonias densas en el cogollo.

Pulgón del cogollo. *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). Los adultos miden cerca de 2 mm de largo, tienen forma de pera, son de color azul-verde, tienen las antenas y patas negras, así como los sífúnculos negros, cortos, gruesos y divergentes. Las formas aladas tienen la vena media trifurcada. En plantas infestadas se localizan numerosos pulgones en el cogollo y en la parte superior del tallo. Las hojas infestadas son moteadas, con áreas amarillas o rojas; después, se enmielan y adquieren una coloración negra debido a la abundante fumagina que se produce

en los excrementos del insecto. Cuando las plantas se encuentran al inicio del desarrollo vegetativo, durante las primeras cuatro semanas, los pulgones pueden ocasionar un retraso en el crecimiento y llegar a afectar hasta 30 % del rendimiento; sin embargo, es poco común que se presenten infestaciones altas, por lo tanto, generalmente no es necesario realizar medidas de control.

Gusano cogollero. *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). El adulto es una palomilla de 3 cm con las alas extendidas de color café grisáceo, se ubica en el follaje y en las grietas del suelo, y oviposita en el haz o en el envés de las hojas en grupos de 200 a 300 huevecillos, los cuales están cubiertos con escamas desprendidas del adulto hembra. El período de incubación varía de acuerdo con las condiciones ambientales. Cuando nacen son amarillas con la cabeza café oscura; los primeros días se alimentan de una misma planta y luego se dispersan en el cultivo, ya que tienen hábitos caníbales. Las larvas atraviesan por seis instares y alcanzan alrededor de 3.5 cm de longitud en su máximo desarrollo, son café grisáceo, con líneas dorsales, en la cabeza muestran líneas ecliciales en forma de “Y” y en el octavo segmento abdominal presentan cuatro puntos negros (pináculos setigeros) formando un cuadrado. En verano, dicho estado biológico tiene un período aproximado de dos semanas; cuando van a pupar caen al suelo, construyen una celdilla y siete días después los adultos emergen.

El gusano cogollero es la plaga más importante del maíz. La larva se localiza en el cogollo alimentándose de las hojas tiernas, las cuales, al desarrollarse, se observan agujeradas, lo que ocasiona un retraso en el desarrollo del cultivo. Su daño es importante desde que la planta emerge hasta que tiene 40 cm de altura respecto a la altura del cogollo. Larvas grandes barrenan los tallos de las plantas de maíz provocando que se marchiten durante las primeras cuatro semanas de edad del cultivo. En infestaciones tardías puede afectar las espigas y el elote.

La plaga cuenta con varios enemigos naturales como las chinches pirata, ojona y nabis, las chinches asesinas, las crisopas y las catarinas, así como alrededor de 10 especies de parasitoides que regulan sus poblaciones. Se sugiere el control químico si hay 20 % o más de plantas infestadas con larvas de primer a tercer instar; cuando miden alrededor de 1.2 cm de longitud.

Gusano elotero. *Helicoverpa zea* (Boddie). El adulto mide 2.5 cm de longitud y 3.5 cm de expansión alar. Presenta una mancha oscura y casi circular en el centro de las alas anteriores y otras irregulares en los márgenes; su color





es pajizo, aunque las alas posteriores son más claras. Los adultos ovipositan en los estigmas del jilote y aunque sean varios huevos sólo queda una larva por elote debido al canibalismo y a la acción de los enemigos naturales; cuando están próximos a eclosionar oscurecen. La larva en su máximo desarrollo llega a medir cerca de 3.5 cm de largo; la cápsula cefálica es amarillenta y su cuerpo está cubierto de setas y microespinas. Su color va de verde pálido hasta negro y presenta bandas alternadas de color claro y oscuro a lo largo de los lados. La fase a pupa ocurre en el suelo.

Esta plaga puede llegar a causar pérdidas de 10 a 30 % de la producción. El daño principal consiste en la destrucción de los granos de la punta del elote y la atracción que provoca para otros insectos como nitidulides y principalmente mosca de los estigmas. A pesar de lo anterior, en maíz para grano no se recomienda el control químico, ya que es muy difícil lograr un adecuado cubrimiento del insecticida al ser asperjado con avión; es difícil que la aplicación sea oportuna, pues al nacer la larva de inmediato se introduce debajo de las brácteas y queda protegida. En maíz dulce y para semilla, la aspersión de insecticidas se justifica por el valor que llega a tener la producción. Para el control biológico de los huevecillos y larvas chicas se recomienda la liberación de crisopa, depositándola en los estigmas, así como la liberación de avispietas tricograma.

Mosca de los estigmas. *Euxesta stigmatias* Loew, *Chaetopsis massyla* (Walker) y *Eumecosomia nubila* Wiedeman. Los adultos de estas especies miden 0.6 cm de longitud, de color oscuro y brillo metalizado, sus alas transparentes presentan unas bandas oscuras. Los adultos son atraídos por los olores en descomposición de los granos tiernos dañados por gusano elotero o gusano cogollero y ovipositan en los pelos del elote (estigmas); los huevos son blancos y alargados, de aproximadamente 1 mm. Al emerger, la larva se introduce en seguida al elote por debajo de las brácteas y se alimenta de las excreciones del gusano elotero y de granos tiernos dañados por gusano, después dañan granos sin daño previo; en su máximo desarrollo las larvas miden 0.8 mm de longitud, son alargadas en forma de cuña y ápodas.

Esta plaga es importante en maíz dulce y maíz para grano durante el ciclo primavera-verano, sobre todo en las fechas de siembra tardías, porque con su daño propicia pudriciones causadas por hongos que afectan la calidad del elote. Para reducir sus poblaciones se sugiere un control efectivo de gusano elotero.



Chinche verde apestosa. *Nezara viridula* L. Los adultos miden en promedio 1.5 cm de longitud y son de color verde. Pueden tener una hilera de tres, cinco o siete manchitas claras más o menos equidistantes en la parte anterior del escutelo (parte posterior de la cabeza), justo en los límites con el pronoto. Estas chinches se caracterizan por el mal olor que despiden al ser molestadas. Las ninfas son de color oscuro, con cuatro hileras de manchas blancas muy bien definidas en el abdomen. Cada hembra deposita en promedio 242 huevecillos en 3.2 masas; el desarrollo de los huevecillos a adultos dura 47 días; estos últimos viven en promedio 84 días en temperaturas presentes en la primavera. Para el muestreo se recomienda golpear las plantas hacia la mitad del camellón y si cae una o más chinches por cada 30 cm se sugiere el uso de insecticidas para su control. Los adultos y ninfas se alimentan de los granos en formación, provocan avanamiento y que el elote se doble hacia el lado dañado, es decir, donde la plaga se alimenta. Se sugiere el control químico cuando se observe más de un adulto por jilote a partir de la floración.

Conchuela café. *Euschistus servus* (Say). El adulto es color café y mide de 10 a 15 mm de largo, se caracteriza por el mal olor que despiden al ser molestado. Los huevecillos tienen forma de balero, son de un tono amarillo cristalino y cuando van a eclosionar se tornan de un tinte rosáceo. Las ninfas pasan por cinco estadios de color variable, tales como café claro, negro con café y verde con manchas café. Cada hembra deposita cerca de 60 huevecillos en grupos de alrededor de 20 en promedio, en un período de 107 días. Los cinco instares ninfales requieren 29 días para su desarrollo. Los adultos y ninfas se alimentan de los granos en formación provocando avanamiento y que el elote se doble hacia el lado dañado. Se sugiere el control químico cuando se observe más de un adulto por jilote a partir de la floración.

Araña roja. *Tetranychus urticae* (bimaculatus) Koch y *Olygonichus pratensis* Banks. El adulto mide 0.5 mm de longitud, es de color rojo y de forma elíptica. Los huevecillos son depositados en el envés de las hojas, son esféricos y transparentes. A una temperatura de 26°C las formas inmaduras emergen en un período de cinco a siete días, éstas tienen seis patas y miden cerca de 0.2 mm de largo, pasan de dos a tres mudas para alcanzar su estado adulto, es decir, cuando poseen cuatro pares de patas.

La araña roja puede presentarse en el cultivo desde su emergencia, en particular durante ciclos con baja humedad relativa. Las colonias se establecen en el envés





de las hojas, donde succionan la savia produciendo manchas rojizas por el haz, lo cual seca de manera prematura al follaje. Las altas poblaciones de la plaga en las hojas inferiores de la planta dan la apariencia de deficiencia en el suministro de agua y de nitrógeno o de haber sufrido daño por baja temperatura. El daño se manifiesta cuando la humedad es baja, por ende, como medida de preventiva, se sugiere regar de forma oportuna. Se recomienda el control químico cuando las infestaciones cubran más de 20 % del follaje y el cultivo alcance la etapa de llenado de grano.

En la Tabla 24 se muestran las principales plagas, ingredientes activos, dosis por hectárea y época de aplicación.

Tabla 24. Principales insectos que atacan al cultivo de maíz, insecticidas, dosis y épocas de aplicación.

| Plaga | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|---|---|-------------------------------|--|
| Gusano trozador | Acefate (Orthene® 80 TS) (n/d)** | 0.75 a 1 kg/100 kg de semilla | Presiembra en tratamiento a la semilla. |
| | Thiodicarb (Semevin® 350) (n/d) | 3 a 4 l/100 kg de semilla | |
| | Acefate (Orthene® 80) (21d) | 1 l | Cuando se corra el riesgo de que el número de plantas sea menor a la densidad recomendada por metro lineal a la cosecha (siete plantas). |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| | Metomilo (Lannate® 90 PS) (7d) | 300 a 400 g | |
| Betacyflutrina (Bulldock® 125 SC) (21d) | 0.5 l | | |
| Trips | Malatión (Malatión® 1000) (5d) | 1 l | Cuando se observen cinco trips negros o más por planta chica en el envés de las hojas o si se presentan colonias densas de trips amarillo en el cogollo. |
| | Dimetoato (Rogor® 40) | 1 a 1.5 l | |
| | Betacyflutrina (Bulldock® 125 SC) (21d) | 0.2 l | |
| | Spinetoram (Palgus®) (1d) | 0.2 l | |
| Pulgón del cogollo | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 l | Cuando las plantas se encuentran infestadas con colonias de pulgones al inicio del desarrollo vegetativo. |
| | Malatión (Malatión® 1000) (5d) | 1 a 1.5 l | |
| | Dimetoato (Rogor® 40) | 1 l | |

Continúa Tabla 24...



Continúa Tabla 24...

| Plaga | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|---|--|--|---|
| Gusano cogollero | Permetrina (Pounce® 0.4G) (1d) | 10 a 12 kg | Con 20 % o más de plantas infestadas con larvas de primer a tercer instar. |
| | Benzoato de Emamectina (Denim® 19 CE) (7d) | 200 ml | |
| | Spinetoram (Palgus®) (1d) | 0.2 l | |
| | Novaluron (Rimon® 100 EC) (30d) | 0.2 l | |
| | Clorantraniliprol (Coragen® 20 SC) (14d) | 100 a 125 ml | |
| | Betacyflutrina (Bulldock® 125 SC) (21d) | 0.2 l | |
| Gusano elotero | Liberaciones semanales de avispa trichograma. | 80 000 avispidas | El control químico de gusano elotero no se recomienda en maíz para grano. Para maíz dulce y para semilla, utilizar mismos insecticidas y dosis que para gusano cogollero. Con estigmas tiernos en formación de grano. |
| Mosca de los estigmas | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 a 1.5 l | En maíz dulce y maíz para grano de primavera verano, con elevada presencia de adultos. A partir del inicio de formación de grano. |
| | Dimetoato (Rogor® 40) (14 d) | 1 l | |
| | Malatión (Malatión® 1000) (5d) | 1 a 1.5 l | |
| | Betacyflutrina (Bulldock® 125 SC) (21d) | 0.5 l | |
| Chinche verde apestosa y conchuela café | Mismos insecticidas que para la mosca de los estigmas. | Mismas dosis que para mosca de los estigmas. | Cuando se observe más de un adulto por jilote a partir de la floración. |
| Araña roja | Benzoato de Emamectina (Denim® 19 CE) (7d) | 0.2 l | Cuando las infestaciones cubran 20 % o más del follaje hasta la etapa de llenado de grano. |
| | Dimetoato (Rogor® 40) (14 d) | 1 l | |
| | Propargite (Comite®) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| | Spiromesifen (Oberon®) (10d) | 0.4 a 0.6 l | |

ha=hectárea; kg=kilogramo; g=gramo; l=litro; ml=mililitro.

* De acuerdo con el nombre comercial original en el mercado.

** Intervalo de seguridad en días a la cosecha.

Control de maleza

Control mecánico a base de escardas manuales o cultivos, en particular entre los 20 y 50 días después de la siembra, antes del cierre del cultivo. De ser necesario, emplear herbicidas en la maleza de hoja ancha, principalmente correhuela; aplicar Starane 2M (1 l/ha) o Focus (1 l/ha) cuando el maíz tenga de dos a





siete hojas verdaderas o la maleza no exceda de 10 cm de altura. En maleza de hoja angosta como zacate Johnson, usar Sanson o Yunta (Nicosulfuron) en dosis de 1 l/ha cuando la maleza alcance, de preferencia, entre 10 y 20 cm de altura.

Control de enfermedades

Roya o chahuixtle. Aunque se presenta en todas las zonas productoras de maíz, en el norte de Sinaloa no ha sido un problema. Sin embargo, a partir del mes de febrero, cuando inicia el incremento de temperatura y con la presencia de neblina, se originan las condiciones favorables para que la infección se presente y progrese; ésta puede reducir la producción hasta en 15%.

Síntomas. La enfermedad se manifiesta como pústulas pequeñas y redondas en el haz y en el envés de las hojas; presenta una gran cantidad de uredosporas que dan la apariencia de un polvillo café rojizo, las cuales, al madurar, se oscurecen hasta llegar a color negro. La abundancia de lesiones provoca necrosis parcial o total de la lámina foliar.

Cuando existen condiciones cálidas y húmedas, las uredosporas germinan y producen la infección, primero en las hojas inferiores, pero a temperaturas de 16 a 23°C y con humedad relativa alta, pueden invadir las hojas superiores y afectar el rendimiento. Los daños más severos suelen presentarse en siembras de diciembre y enero.

Control. Para prevenir la enfermedad se sugiere sembrar los híbridos mejor adaptados a la región, ya que son los más tolerantes, así como evitar las siembras en las fechas riesgosas. Si la infección ocurre y prevalecen condiciones ambientales de alta humedad y temperatura tibia y las hojas superiores son infectadas, se recomienda aplicar fungicidas a base de propiconazole (Tilt, 1 l/ha) si se alcanza de 5 a 10 % de infección en hojas nuevas, superiores o del primer tercio de la planta. Efectuar aspersión mecánica o aérea.

Achaparramiento. También conocido como hoja colorada o micoplasmosis.

Síntomas. La enfermedad se manifiesta en las plantas como un amarillamiento seguido de una coloración púrpura en las hojas. Si la infección ocurre cuando las plantas tienen de cuatro a cinco hojas es más severa y además ocasiona acortamiento de entrenudos y proliferación de brotes o hijuelos y jilotes que, por lo general, no llegan a producir. A esta sintomatología se asocia una baja producción de polen.

La infección en etapas posteriores causa síntomas limitados a la coloración descrita, sin descenso en la producción.

Chicharritas del maíz. Son eficientes vectores de la partícula infectiva. Su población se incrementa con temperaturas cálidas, lo cual favorece la rápida diseminación de la infección. Al chupar la savia, las chicharritas inyectan las partículas infectivas, las cuales pasan por un período de incubación y multiplicación de tres a seis semanas, plazo en el que aparecerán los síntomas.

En lo posible, hay que evitar las siembras durante los meses de agosto y septiembre, ya que pueden verse más afectadas por esta enfermedad. El zacate Johnson es un hospedero importante del vector, por tal, es conveniente mantener limpio el lote de esa maleza.

Control. El tratamiento con insecticida sistémico a la semilla podría ofrecer protección temporal en las etapas iniciales del cultivo.

Carbón común. En algunas zonas como Angostura, se ha observado incidencia hasta de 15 %, reduciendo el rendimiento en forma proporcional, pues el hongo sustituye por completo los granos de las mazorcas afectadas.

Síntomas. El patógeno infecta el follaje y las partes reproductivas, donde produce agallas o tumoraciones cubiertas por una membrana de color blanco brillante que contiene gran cantidad de esporas de color negro. En el elote, las agallas sustituyen por completo los granos y rompen las brácteas; al romperse, la membrana ofrece a la vista la acumulación de esporas negras. Las agallas en las hojas se endurecen y se secan sin exponer su contenido.

Las esporas del hongo, como estructuras de resistencia, permanecen en el terreno hasta por dos años en residuos infectados. La infección se favorece si la temporada anterior fue relativamente seca. Temperaturas entre 17 y 33°C y baja humedad ambiental son propicias para el desarrollo de la enfermedad.

Control. Se sugiere no sobre fertilizar con nitrógeno, ya que se predispone a la planta al ataque del hongo. Asimismo, evitar los daños mecánicos a la planta por implementos o insectos, puesto que sirven de entrada al patógeno. Los híbridos por sembrar deben estar debidamente adaptados a la región.





Pudrición del tallo. La incidencia de esta enfermedad ha sido variable, la cual ha llegado a ser fuerte. Las plantas afectadas se acaman, ocasionando que gran cantidad de mazorcas sean comidas por roedores o que la cosecha no pueda ser levantada por la combinada. Esto se refleja en pérdidas de rendimiento de 10 a 15 puntos porcentuales.

Síntomas. Se presenta un marchitamiento total de la planta, seguido de un rápido secamiento que puede afectar plantas aisladas, manchones o tramos del surco. En la base del tallo se aprecia una porción oscura y en la parte interna el tejido está destruido o desgarrado, de color café si el causante es *Fusarium* o *Diplodia*; si se trata de ésta última se observan los picnidios oscuros; si el causal es *Botrydipodia* se observa un micelio algodonoso oscuro. La pudrición por *Pythium* se acompaña de una constricción del tallo a manera de torcedura. El peso de la mazorca y el viento hacen que las plantas se acamen.

Control. La prevención incluye usar semilla sana, de preferencia tratada con fungicidas e insecticidas previos a la siembra para evitar el daño por insectos plaga del suelo, los cuales facilitan la entrada a los hongos causantes de la enfermedad.

El agua de riego desplaza un gran número de partículas infectivas hacia otras plantas y extiende el problema, por ende, es necesario evitar riegos pesados y estancamientos.

Cosecha

Es conveniente llevar a cabo la cosecha o trilla cuando el grano contenga entre 16 y 20 % de humedad. Por abajo de este rango se corre el riesgo de quebraduras de plantas en el terreno y pérdidas de mazorca durante la recolección; en contraste, por arriba de dicho intervalo se pagarían mayores descuentos por humedad y flete en falso. Asimismo, es importante considerar el riesgo de lluvias, la posibilidad de segundos cultivos y los compromisos financieros.

Fuentes consultadas

Castellanos, J.Z., J.A. Cueto, J. Macías, J.R. Salinas, L.M. Tapia, J.M. Cortez, I.J. González, H. Mata, M. Mora, A. Vásquez, C. Valenzuela y S.A. Enríquez. 2005. La Fertilización en los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. Folleto Técnico Num. 1. INIFAP-Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto. México. 42 p.

CEVAF. 2003. Guía Para la Asistencia Técnica Agrícola para el Área de Influencia del Campo Experimental Valle del Fuerte. INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Fuerte. Agenda Técnica, 6ª ed. Juan José Ríos, Sinaloa, México. 208 p.

Doorenbos J. y A.H. Kassam. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje 33. Roma, 193 p.

Mendoza R. J.L., C. J. Macías y M.E. Cortez. 2003. Tecnología para mejorar la productividad del maíz en Sinaloa y su impacto económico. Folleto Técnico Num. 21. INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del Fuerte. Los Mochis, Sinaloa, México. 55p.

Ojeda, B.W., E.I. Sifuentes y W.H. Unland. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa. Agrociencias 40. Montecillos, Edo. de México, México. pp.13-25.

Sifuentes, I.E, J. Macías C., R.A. Salinas P., F.G. Rodríguez C., E. Cortez M., J.G. Quintana Q. y V.M. González C. 2010. Evaluación del impacto del cambio climático en la productividad de la agricultura en el estado de Sinaloa. Anexo Técnico IMTA-INIFAP RD0910.6. Archivo INIFAP-CEVAF. Juan José Ríos, Sinaloa, México. 198 pp.

Sifuentes, I.E. y C. J. Macías. 2015. IrriModel. Programación integral y gestión del riego a través de internet. Manual del Usuario. Versión 2.0. Folleto Técnico No. 42. INIFAP-CIRNO-CEVAF. [Los Mochis, Sinaloa, México] 39 pp.

Para mayor información dirigirse con los autores:

MC. Jaime Macías Cervantes

macias.jaime@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81505

CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte

MC. Ernesto Sifuentes Ibarra

sifuentes.ernesto@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81503

CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte

Dr. Edgardo Cortez Mondaca

cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81507





CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte
MC. Luis A. Peinado Fuentes
peinado.luis@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81501

CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte
MC. Genny Llaven Valencia
llaven.genny@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81513

CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte
MC. Alberto Borbón Gracia
borbon.alberto@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81911

CIRNO-Campo Experimental Norman Borloug





SORGO DE RIEGO

Introducción

En México, la superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en 2014 fue de 2'078, 496 hectáreas (ha), con una producción de 8'394,056 toneladas (t) de grano y 226, 601 ha, con una producción de 4'447,355 t de forraje verde. Sinaloa ocupa el primero y segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo para forraje verde y grano: se siembran 48,577 ha y 289,286 ha, respectivamente. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el tercero y cuarto lugar en México: 1'174,599 t de grano y 282,472 t de forraje verde de sorgo al año, respectivamente. En la entidad, 70 por ciento (%) del sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal, con rendimientos promedio de forraje verde de 5.86 t/ha y grano de 1.90 t/ha; mientras que el otro 30 % bajo riego, con rendimiento promedio de forraje verde de 7 t/ha y grano de 6.15 t/ha.

El sorgo es el segundo cultivo de importancia en las siembras de primavera-verano en Sinaloa, pues se aprovecha en la elaboración de alimentos balanceados para animales, en particular para puercos y aves, además de que su costo de producción es bajo y el sistema de manejo es relativamente sencillo.

Como factores en contra destacan los recurrentes problemas por falta de agua para siembras de los primeros meses del año, así como la autorización





de importaciones de producto a precio internacional muy bajo, que compiten por el mercado y el precio con las cosechas regionales.

Al igual que otros cultivos establecidos en el ciclo primavera-verano, en algunos años el de sorgo se ha limitado por la escasez de agua para riego; sin embargo, para contrarrestarla, se están desarrollando materiales más precoces y con mayor tolerancia al estrés hídrico que puedan llegar de siembra a cosecha con el riego de presiembra y dos de auxilio.

Preparación del terreno

El sorgo bajo condiciones de riego se siembra principalmente en dos grandes grupos de suelos: barrial y aluvión, en este último es donde se ubica la mayor superficie y se obtienen los más altos rendimientos. Para estos dos tipos de suelo el manejo y la preparación son específicos para cada caso; los suelos de barrial son de textura arcillosa, mientras que los de aluvión tienen textura limosa o franca.

La labranza debe realizarse de acuerdo con las necesidades específicas de cada terreno y según el manejo que le dé el propio productor, ya que se puede sembrar bajo los diversos tipos de labranza tradicional, mínima y de conservación, sobre todo mediante estas dos últimas si se hace la rotación tradicional después de frijol.

En la medida que se lleve a cabo el uso de labranza mínima o de conservación se incrementará la rentabilidad de su cultivo, si se considera que el uso excesivo de labores en la preparación del terreno incrementa los costos de producción.

Híbridos y variedades

Los híbridos y variedades se mencionan en el Tabla 25.

Tabla 25. Principales características agronómicas de los híbridos y variedades de sorgo bajo riego.

| Híbrido | Altura (cm) | Color grano | Ciclo vegetativo |
|-----------------|-------------|-------------|------------------|
| Asgrow Dorado-M | 138 | 4 | Tardío |
| Dekalb DK-38 | 141 | 4 | Precoz |
| Pioneer-8172 | 147 | 4 | Tardío |
| Asgrow Diamante | 150 | 4 | Intermedio |

Continúa Tabla 24...

Continúa Tabla 24...

| Híbrido | Altura (cm) | Color grano | Ciclo vegetativo |
|------------------|-------------|-------------|------------------|
| Asgrow Esmeralda | 143 | 4 | Intermedio |
| Pioneer-8113 | 135 | 4 | Intermedio |
| Asgrow Dorado-E | 123 | 5 | Precoz |
| NK-180 | 126 | 4 | Precoz |
| Pioneer-8310 | 143 | 4 | Precoz |
| Dekalb DK-50 | 141 | 5 | Tardío |
| WAC 692-1 | 140 | 4 | Tardío |
| Pioneer-8132 | 140 | 5 | Tardío |
| Pioneer-8171 | 142 | 5 | Tardío |
| Pioneer-813 | 145 | 5 | Tardío |
| Pioneer-8172 | 150 | 5 | Tardío |
| Asgrow Turqueza | 148 | 5 | Intermedio |
| Variedad | Altura (cm) | Color grano | Ciclo vegetativo |
| INIA RB-3006 | 150 | 5 | Tardío |
| INIA RB-3030 | 155 | 5 | Tardío |
| Costeño 201 | 150 | 5 | Tardío |
| Perla 101 | 145 | 5 | Intermedio |

cm=centímetros; 4= ámbar; 5= café.

Época de siembra

Uno de los principales factores que deben considerarse para optimizar el rendimiento, los costos de producción y la rentabilidad en el cultivo es la fecha de siembra, pues su ejecución dentro de las fechas sugeridas permite que los híbridos manifiesten su máximo potencial productivo, así como un desarrollo sanitario bueno en lo concerniente al ataque de plagas y enfermedades.

La fecha de siembra óptima es la segunda quincena del mes de enero; sin embargo, se puede sembrar desde el 15 de enero al 10 de marzo en suelos de aluvión, debido a que este tipo de suelo se localiza en las riberas de los ríos y en las cercanías a las marismas, donde las temperaturas son más frescas y ayudan a que no se presenten infestaciones fuertes de plagas como la mosca del sorgo, principalmente. En suelos de barrial, el establecimiento del cultivo se sugiere del 15 de enero a finales de febrero.





Densidad de población

Dado el alto costo que representa la semilla, es imperante ocuparla de forma eficaz mediante el uso de la cantidad de semilla adecuada para establecer la población óptima de plantas por hectárea. Se sugiere sembrar de 25 a 30 semillas por metro lineal para asegurar de 315 mil a 350 mil plantas por hectárea, lo cual se alcanza con alrededor de 18 kilogramos (kg) de semilla por hectárea.

Método de siembra

La siembra se puede efectuar en seco o en húmedo en suelos de barrial y sólo en húmedo en suelos de aluvión. En siembras en seco se deposita la semilla en el lomo del surco o chorrillo, de 3 a 5 centímetros (cm) de profundidad, y enseguida es necesario aplicar el riego de germinación a trasporo.

En las siembras en húmedo en suelos de aluvión se eliminan los bordos hechos para el riego de asiento, se practica uno o dos pasos de rastra y se trazan los surcos. La siembra se hace en el fondo del surco, a chorrillo, a una profundidad de 5 cm.

La distancia entre surcos puede variar de 60 a 80 cm: las mayores de 80 retardan el cierre del cultivo y permiten un mayor desarrollo de la maleza, mientras que distancias menores a 60 cm dificultan las labores de cultivo.

Riegos

La cantidad de agua requerida por la planta depende de la temperatura, la humedad ambiental, el tipo de suelo y el ciclo vegetativo del híbrido. La aplicación del riego debe ser en forma oportuna, ya que si no se realiza en función del período vegetativo, el rendimiento puede reducirse entre 20 y 30 %.

Se sugiere aplicar de tres a cuatro riegos de auxilio; los períodos críticos de la planta en los cuales se deben suministrar los riesgos son los siguientes: 1er riego, al final del amacollo (20 a 30 días de emergida la planta); 2do riego, antes del embuche (50 a 60 días de emergida la planta); 3er riego, en floración (70 a 85 días de emergida la planta); y 4to riego, en el estado lechoso a masoso (85 a 100 días de emergida).

Fertilización

La fertilización es uno de los factores que más incide o limita el rendimiento

en el sorgo; en la mayoría de los casos las dosis se componen por nitrógeno (N), en ocasiones por fósforo (P) y rara vez por potasio (K). Para producir 8 t de grano se requieren alrededor de 250 kg de N y 60 kg de P por hectárea. En el caso particular del nitrógeno, los suelos de la región no son capaces de proporcionarlo en su totalidad; por ende, se tiene que agregar a través de los fertilizantes.

Una buena parte de la cantidad extraída de estos nutrientes está contenida en las pajas, por lo que su incorporación en el suelo en forma sistematizada permitirá incrementar su fertilidad y el equilibrio biológico, así como contribuir a su conservación, mejorando con ello su productividad.

Los requerimientos de fertilización del sorgo varían según la fertilidad del terreno, el tipo de suelo y la rotación de cultivos. Algunas sugerencias se mencionan a continuación.

Nitrógeno

El nitrógeno es parte de las proteínas y de la clorofila, y es necesario para la fotosíntesis, además de que en cantidades adecuadas incrementa la eficiencia del uso del agua; tanto el nitrato como el amonio son utilizados por las plantas (Tabla 26). En caso de no contar con un análisis de suelo, se fertiliza en función del agrosistema de la manera siguiente: en siembras después de frijol y hortalizas se aplica alrededor de 200 kg/ha de nitrógeno en barrial y 150 kg/ha en aluvién.

Tabla 26. Dosis de nitrógeno para sorgo con base en el análisis de suelo.

| N disponible kg/ha | Dosis de N para aplicar kg/ha |
|--------------------|-------------------------------|
| ≤20 | 350 |
| 20-40 | 300 |
| 40-60 | 250 |
| 60-80 | 200 |
| 80-100 | 150 |
| ≥100 | 100 |

N= nitrógeno; kg=kilogramos; ha=hectáreas.

Fósforo

No en todos los suelos de la región se presenta una respuesta a su aplicación, por tal, es conveniente realizar un análisis de suelo y apoyarse en la orientación de





un técnico para decidir sobre la cantidad que se debe aplicar. Si la determinación de fósforo en el laboratorio se realizó con el método Bray P1, aplicar 9 kg/ha de fósforo por cada unidad abajo de 17 partes por millón (ppm) para barriales compactados y de 21 ppm en suelos de barrial sin problemas de compactación y de aluvión.

A pesar de contar con resultados de análisis de suelo, es conveniente efectuar pruebas sencillas de campo para observar y cuantificar su efecto, y así tener más elementos de apoyo para decidir sobre aplicaciones futuras.

Es conveniente utilizar la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en presiembra, preferentemente en banda, ya sea al marcar, escarificar o de forma simultánea con la siembra; el resto del nitrógeno se suministra antes o al momento del primer riego de auxilio.

En los últimos años se ha tenido avances importantes en el diseño de programas de fertilización a nivel de predio a partir de información generada a nivel local, así como en otras regiones del país y el exterior, apoyados con programas de cómputo, tratando con ello de ganar precisión en el cálculo de las dosis por aplicar, dada la complejidad entre los diferentes factores de suelo que determinan el nivel de fertilidad y la disponibilidad nutrimental.

Para aspirar a un rendimiento económicamente rentable, cada terreno requiere de una fertilización específica que satisfaga la necesidad nutrimental del cultivo; en consecuencia, lo anterior está en función del rendimiento esperado, de las características químicas y físicas del terreno, de la rotación de cultivos, de la incorporación de residuos de cosecha, de la utilización de enmiendas agrícolas, del tiempo de descanso entre el cultivo anterior, etcétera, Por lo extenso del tema, es impráctico presentar la información al respecto; sin embargo, en caso de necesitar información y asesoría se puede acudir al Campo Experimental Valle de Culiacán (INIFAP).

Control de maleza

Las malezas de hoja ancha predominantes son los bledos blanco y rojo *Amaranthus hybridus* y *A. retroflexus*, el iztafiate (*Parthenium hysterophorus*), el tomatillo (*Physalis angulata*) y la verdolaga (*Portulaca oleracea*); respecto a los zacates, sobresalen el choneano (*Echinochloa crusgalli*); el pinto (*Echinochloa colonum*), el carricillo (*Urochloa reptans*), el salado (*Leptochloa filiformis*) y el Johnson (*Sorghum halepense*). Algunos se pueden controlar químicamente, sin

el uso de protectantes de semilla, ya que el único herbicida preemergente de acción graminicida y selectivo al sorgo tiene un deficiente control para algunas especies. En el Tabla 27 se describen los herbicidas, dosis y época de aplicación.

Las siembras tempranas en húmedo ayudan a reducir o a eliminar la maleza, con lo que se obtiene un buen control, población y sanidad; lo anterior se complementa con cultivos y aporques. Por otra parte, sembrar en seco permite ahorrar tiempo y escapar de las lluvias durante la cosecha; sin embargo, la población de malas hierbas se incrementa, por lo que es necesaria su eliminación dentro de los 35 días posteriores a la emergencia para evitar mermas en el rendimiento.

Es importante considerar que las dosis mayores son para controlar poblaciones elevadas, que al momento de aplicar el herbicida el suelo debe tener la humedad adecuada y que los residuos elevados de atrazina tienen efectos sobre los cultivos susceptibles que se pudieran sembrar en la siguiente temporada; por ejemplo, frijol o tomatillo.

Tabla 27. Herbicidas, dosis y época de aplicación para controlar la maleza en sorgo.

| Maleza que controla | Ingrediente activo y herbicida comercial | Dosis/ha | Época de aplicación |
|---|--|---------------|--|
| Zacate carricillo, Zacate choneano y hoja ancha | Atrazina+Terbutrina (Gesaprim combi® 500 FW) | 4-5 l | Preemergencia al cultivo y maleza. |
| Hoja ancha | Atrazina (Gesaprim 500®) | 2-3 l | Preemergencia y postemergencia. |
| Hoja ancha | Atrazina +Bromoxinil (Gesaprim 500®+Brominal 240®) | 1.25 l+1.25 l | Postemergencia del cultivo y de la maleza. |
| Hoja ancha | Dicamba+2,4 D (Banvel 12-24®) | 1 l | Cuando la maleza tenga 10 cm de altura. Aplicar en postemergencia. |
| Hoja ancha | Dicamba+Atrazina (Marvel®) | 1-1.5 l | Postemergencia. |

ha=hectárea; l=litro; cm=centímetro.





Control de plagas

El cultivo de sorgo es afectado por diversas plagas cuyo manejo es clave para la obtención de buenos rendimientos. A continuación se mencionan las plagas principales y sus daños. Ver Tabla 28.

Grillo. Por lo general, las oviposturas de este insecto se encuentran en el suelo de campos baldíos, bordos y drenes. Tanto ninfas como adultos se alimentan de la hoja, agujerándola o destruyendo las partes tiernas; se protegen durante el día debajo de los terrones del suelo o en terrenos baldíos cercanos. Para detectar su presencia es conveniente inspeccionar las orillas de los campos y sitios de refugio. Una buena medida para reducir el daño causado por ellos es mantener los linderos y regaderas de los campos limpios o aplicar insecticida en los sitios de refugio, previo a la siembra del sorgo.

El control debe implementarse cuando se observen los primeros daños o al encontrar adultos en focos de infestación, y se logra a través de cebos envenenados con una preparación de 5 kg de tricolorfon (Dipterex®) 80 % + 5 kg de azúcar + 5 kg de vainilla + 240 kg de salvadillo y 100 litros (l) de agua. El cebo se aplica inicialmente en los surcos orilleros y al margen del cultivo, pero si la plaga invade todo el cultivo es necesario aplicarlo en toda la superficie. Con migraciones elevadas de grillo se puede utilizar Metomilo (Lannate®, 300 gramos por hectárea [g/ha]), Clorpirifos (Lorsban® 480 CE, 1.5 l/ha) o Acefate (Orthene® 80, 1 l/ha).

Gusano trozador. Las palomillas son de tamaño medio y de colores oscuros. Depositán sus huevos uno a uno cerca de las plántulas recién emergidas. Las larvas se alimentan de las plantas mordiéndolas por arriba de la base del tallo, lo cual ocasiona su muerte. Esta plaga es importante desde la emergencia del cultivo hasta que las plantas muestran alrededor de 20 cm de altura. El ataque ocurre durante la noche: cortan las plantas unos centímetros encima de la superficie del suelo y en manchones.

Los tratamientos a la semilla se sugieren solo cuando los lotes tienen antecedentes de infestaciones importantes de trozadores o hayan permanecido ociosos el ciclo anterior; si no es el caso, se recomienda realizar aspersiones dirigidas a la hilera de las plantas cuando el daño ponga en riesgo la densidad de plantas aconsejadas por metro lineal (30). La aplicación de insecticida debe ser por

la tarde, con mochila de aspersión manual, con la boquilla abierta para asperjar en chorro sobre la hilera de plantas y solamente en los manchones con daño de plaga.

Trips negro. El adulto mide poco más de 1 milímetro (mm) de largo, es de color gris oscuro, alargado y con alas plumosas. Los huevecillos son depositados en el envés de las hojas; después de cuatro a cinco días emergen las ninfas, las cuales son blancas y pasan por cuatro instares: en los dos primeros tienen mayor actividad y se les encuentra en el follaje, luego caen al suelo para vivir el tercero y el cuarto instar, éste último es de poca actividad. Los adultos y las ninfas pican y chupan la savia de las hojas del tercio inferior de la planta, observándose una coloración plateada en el envés de las hojas, una interrupción de crecimiento y una pérdida de turgencia en los tejidos. La ocurrencia de esta plaga se asocia a condiciones de sequía en las primeras etapas del cultivo, sobre todo cuando se prolongan los “castigos” para aplicar el primer riego de auxilio. En general, el trips aparece durante la misma etapa en que lo hace el gusano cogollero, por ende, es común que los insecticidas usados para el control de este último resulten eficientes para el manejo de trips. Aunado a lo anterior, evitar el retraso del primer riego de auxilio resulta apropiado para el control de este insecto.

Pulgón del cogollo. Los adultos miden cerca de 2 mm de largo, tienen forma de pera, son de color azul-verde, tienen las antenas y patas negras, así como los sífúnculos negros, cortos, gruesos y divergentes. Las formas aladas tienen la vena media trifurcada. En plantas infestadas se localizan numerosos pulgones en el cogollo y en la parte superior del tallo. Las hojas infestadas son moteadas, con áreas amarillas o rojas; después, se enmielan y adquieren una coloración negra debido a la abundante fumagina que se produce en los excrementos del insecto.

Cuando las plantas se encuentran al inicio del desarrollo vegetativo, durante las primeras cuatro semanas, los pulgones pueden ocasionar un retraso en el crecimiento y llegar a afectar el rendimiento; sin embargo, es poco común que se presenten infestaciones altas, por lo tanto, generalmente no es necesario realizar medidas de control. Si 20 % de las plantas están colonizadas se sugiere el control químico.

En la etapa de fructificación del cultivo, en ocasiones los pulgones infestan las panojas y el exceso de mielecilla que producen dificulta la trilla, pudiendo afectar la calidad del grano.





Gusano cogollero. El adulto es una palomilla de 3 cm con las alas extendidas de color café grisáceo, se ubica en el follaje y en las grietas del suelo, y oviposita en el haz o en el envés de las hojas en grupos de 200 a 300 huevecillos, los cuales están cubiertos con escamas desprendidas del adulto hembra. El período de incubación varía de acuerdo con las condiciones ambientales. Cuando nacen son amarillas con la cabeza café oscura; los primeros días se alimentan de una misma planta y luego se dispersan en el cultivo, ya que tienen hábitos caníbales. Las larvas atraviesan por seis instares y alcanzan alrededor de 3.5 cm de longitud en su máximo desarrollo, son café grisáceo, con líneas dorsales, en la cabeza muestran líneas ecliciales en forma de “Y” y en el octavo segmento abdominal presentan cuatro puntos negros (pináculos setigeros) formando un cuadrado. En verano, dicho estado biológico tiene un período aproximado de dos semanas; cuando van a pupar caen al suelo, construyen una celdilla y siete días después los adultos emergen.

Es una plaga importante del cultivo de sorgo durante los primeros 40 días del ciclo, hasta alrededor de los 50 cm de altura del cultivo. Cuando se presenta en poblaciones altas, el daño en las plantas pequeñas retarda su desarrollo y pueden llegar a morir. El criterio para implementar el control químico es cuando se observe 20 % de plantas dañadas y con larvas de máximo tercer instar (1.2 cm de largo); la aspersión del insecticida se dirige al cogollo.

Mosquita midge de la panoja. El adulto mide de 1.3 a 1.6 mm de largo, con la cabeza amarilla, las antenas y las patas pardas, el tórax y el abdomen rojo anaranjado y alas hialinas grisáceas. Cada hembra deposita cerca de 75 huevos en las espiguillas en flor durante su corta vida de un día. Los huevecillos son cilíndricos de 0.1 a 0.4 mm e incuban en dos o tres días. Al inicio las larvas son incoloras, pero al contemplar su desarrollo son de color anaranjado oscuro, lo cual ocurre en 9 a 11 días, y pupan debajo de la gluma. Poco antes de la emergencia del adulto, la pupa se abre camino hacia el ápice de la espiguilla hasta que cerca de tres cuartos de la longitud de la pupa sobresalen de la punta. Cuando el adulto emerge, la muda de la pupa permanece en la espiguilla. El período de pupa dura tres días y una generación completa toma de 14 a 16 días. El desarrollo tan rápido del insecto permite que ocurran de 9 a 12 generaciones en una estación, lo cual resulta en la acumulación de altas infestaciones cuando la floración del sorgo se extiende a causa de una amplia gama de fechas de siembra o de maduración.

La mosquita midge de la panoja es la plaga más importante del cultivo de sorgo en todas las zonas productoras del país. Las hembras depositan sus huevecillos en las espigas, insertándolos en las flores recién abiertas; se desarrollan de 1 a 2 larvas por grano. Los adultos pueden verse volando de 8:00 a 11:00 de la mañana alrededor de las panojas en floración; estas horas son las más apropiadas para el muestreo del insecto. Se puede emplear bolsas de plástico transparentes que se oprimen con las palmas de las manos contra la panoja: pequeñas manchas color naranja-rojizo indican la presencia del adulto. Los campos de sorgo con altas infestaciones se reconocen porque las panojas cambian de color rojo a gris, como consecuencia del daño por avanamiento del grano.

Conviene implementar el control químico de esta plaga cuando el cultivo se encuentra en la etapa de floración y si de 50 panojas revisadas se detecta un adulto en promedio por cada una; la búsqueda se enfoca al tercio de la panoja que está en floración. La eliminación de hospederas de la plaga como el zacate Johnson, antes y durante el desarrollo del cultivo, contribuyen a retrasar las primeras infestaciones.

Pájaros. Durante la nacencia e inicio de madurez y hasta la cosecha es necesario mantener vigilancia y ahuyentarlos.

Tabla 28. Principales insectos que atacan al cultivo de sorgo, insecticidas, dosis y épocas de aplicación.

| Plaga | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|--------------------------|---|-------------|---|
| Grillo y gusano trozador | Cebos envenenados | 1 a 1.5 l | Cuando se corra el riesgo de que el número de plantas sea menor a la densidad recomendada por metro lineal a la cosecha (30 plantas). |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d)** | | |
| | Metomilo (Lannate® 90 PS) (14 d) | 300 a 400 g | |
| | <i>L. Cyalotrina</i> (Karate®) (15d) | 05.1 | |
| Trips | Malatión (Malatión® 1000) (7d) | 1 a 1.5 l | Con cinco o más trips por planta. |

Continúa Tabla 28...





Continúa Tabla 28...

| Plaga | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|--------------------------------|--|--------------|--|
| Dimetoato (Rogor® 40) (7d) 1 l | | | |
| Pulgón del cogollo | <i>L. Cyalotrina</i> (Karate®) (15d) | 0.5 l | Con 20 % de plantas colonizadas y plantas con mielecilla. |
| | Pirimicarb (Pirimor® 50WG) (7d) | 300 a 400 ml | |
| | Dimetoato (Rogor® 40) (7d) | 1 a 1.5 l | |
| | Diazinon (Diazinon® 25 CE) (7d) | 1 a 1.5 l | |
| Gusano cogollero | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 a 1.5 l | Cuando se observe 20 % de las plantas afectadas. |
| | Metomilo (Lannate® 90 PS) (14 d) | 300 a 400 g | |
| | <i>L. Cyalotrina</i> (Karate®) (15d) | 0.5 l | |
| | Clorpirifos + Gama Cyalotrina (Gammaclor®) (21d) | 0.5 a 1 l | |
| Mosquita midge | Malatión (Malatión® 1000) (7d) | 1 a 1.5 l | Con un promedio de una mosquita por panoja durante la floración. |
| | Dimetoato (Rogor® 40) (7d) | 1 l | |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| | <i>L. Cyalotrina</i> (Karate®) (15d) | 0.5 l | |
| | Imidacloprid (Confidor® 350) (7d) | 0.2 a 0.3 l | |
| Pulgón amarillo | Sulfoxaflor (Toretto®) | 70 ml | Cuando se observen entre 20 a 50 pulgones por hoja. |
| | Imidacloprid (Confidor® 350) (7d) | 0.2 a 0.3 l | |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| | Dimetoato (Rogor® 40) (7d) | 1 a 1.5 l | |

ha=hectárea; l=litro; g=gramo; ml=mililitro.

* De acuerdo con el nombre comercial original en el mercado.

** Intervalo de seguridad en días a la cosecha.

Control de enfermedades

El sorgo toma importancia nuevamente, luego de más de una década sin sembrarse, lo cual contribuyó a que los problemas patológicos desaparecieran por la ausencia de la hospedera. Las enfermedades que se han presentado en el pasado, aunque sin ser de importancia económica, son la roya o chahuixtle, el tizón foliar y el mildiú o punta loca.

En la actualidad se ha registrado la enfermedad conocida como ergot o cornezuelo, la cual produce alcaloides tóxicos que limitan el uso del grano con fines de alimentación. Se ha establecido la cuarentena que restringe el empleo de semilla de sorgo proveniente de la región de Tamaulipas, donde fueron consignados los primeros brotes de la enfermedad. El patógeno la causa es transportado cuando se pega a la ropa, en la maquinaria, en el cuerpo, en las patas de insectos o por el viento, por lo que es capaz de recorrer grandes distancias en corto tiempo desde que aparece por primera vez.

El hongo sólo ataca ovarios no fecundados, por lo general, de los lotes de reproducción de semilla (hembras) y en raras ocasiones en sorgos para grano cuando hay esterilidad en el polen. El polen se puede esterilizar cuando hay bajas temperaturas (alrededor de 12 grados Celsius [°C]), altas temperaturas (cercasas a los 40°C) y sequía durante el período anterior a la floración, de dos a tres semanas.

Una finísima capa blanca aparece en la base del ovario, tanto de forma interna como externa y, por último, el ovario completo se convierte en una masa blanca, entonces comienza la exudación de miel. Las gotas recién formadas son incoloras y transparentes, pero progresivamente se opacan.

Debe tenerse precaución para identificar bien los síntomas de ergot, ya que el hongo no es el único agente causal de la exudación de mielecilla. Insectos como pulgones también la secretan y frecuentemente es mezclada con los residuos blancos de larvas de otros insectos. Por ser una enfermedad del ovario, el ergot reduce la cantidad de grano en lotes de producción de semilla porque las flores no lo producen. Para prevenir la incidencia de la enfermedad se sugiere emplear híbridos y variedades debidamente probados, sobre todo aquellos que produzcan grandes cantidades de polen, así como sembrar en las fechas recomendadas. Enseguida de la cosecha, se deben destruir e incorporar los residuos que quedan





en el terreno y remover hospederas como zacate Johnson antes que lleguen a floración. En caso de manejar panojas para que sean analizadas, hacerlo en bolsas de papel.

Cosecha

El grano de sorgo se cosecha de forma satisfactoria cuando alcanza una humedad de 18 a 25 %, no así cuando será almacenado, ya que deberá tener de 14 a 16 % de humedad, lo cual sucede durante el mes de junio y la primera quincena de julio, según la fecha de siembra.

Para mayor información dirigirse con los autores:

Ing. Tomás Moreno Gallegos

moreno.tomas@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81134

MC. Jesús Martín Moreno Hernández

moreno.jesus@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81430

MC. Jesús Asunción López Guzmán

lopez.jesus@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81416

Campo Experimental Valle de Culiacán

Dr. Edgardo Cortez Mondaca

cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81507

Campo Experimental Valle del Fuerte

Centro de Investigación Regional del Noroeste





SORGO DE TEMPORAL

Introducción

En México, la superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en 2014 fue de 2'078, 496 hectáreas (ha), con una producción de 8'394,056 toneladas (t) de grano y 226, 601 ha, con una producción de 4'447,355 t de forraje verde. Sinaloa ocupa el primero y segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo para forraje verde y grano: se siembran 48,577 ha y 289,286 ha, respectivamente. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el tercero y cuarto lugar en México: 1'174,599 t de grano y 282,472 t de forraje verde de sorgo al año, respectivamente. En la entidad, 70 por ciento (%) del sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal, con rendimientos promedio de forraje verde de 5.86 t/ha y grano de 1.90 t/ha; mientras que el otro 30 % bajo riego, con rendimiento promedio de forraje verde de 7 t/ha y grano de 6.15 t/ha.

La preferencia hacia el sorgo sobre otros cultivos se debe, principalmente, a su amplia tolerancia a condiciones de baja humedad, que lo hace redituable aun en condiciones poco favorables, además de que es un cultivo mecanizado desde la siembra hasta la cosecha y se puede establecer variedades o híbridos de doble propósito, lo cual mejora las posibilidades de ingreso para el productor. Sin embargo, la apertura de las fronteras a la importación de sorgo procedente de Estados Unidos de Norteamérica ha propiciado una baja de precio y demanda,





situación que aumenta la necesidad de darle rentabilidad al cultivo mediante la disminución de la inversión en prácticas no indispensables o mejorando el rendimiento unitario con la aplicación de tecnología eficiente.

Preparación del terreno

Con anticipación al inicio del período de lluvias, limpiar el terreno de los residuos de la cosecha anterior. Si se dispone de maquinaria se puede adelantar un barbecho en seco o dar un paso de subsuelo para aprovechar mejor la humedad de las primeras lluvias; esperar a que el “pelillo” crezca de 5 a 10 cm para realizar un paso de rastra y así eliminar la nacencia de la primera maleza.

Híbridos y variedades

Enseguida se presenta la relación de híbridos y variedades recomendados para su siembra en áreas de temporal.

Precoces: TG-451, NUS302, NUS330, DK-38, Garst-5616, Garst-5750, Asgrow Dorado-E, NK-180, NK-233, WAC-610, WAC-630 y Matinal. Intermedias: Sinaloense-202, Gavatero-203, Hegari, Pioneer-8641, Asgrow Dorado DR, Master Gold-R, TE-Y-101-R, WAC-687, WAC- 692, Silo Dulce y Perla-101. Tardías-Semitardías: BR-64, Oro, Oro T-Xtra, Costeño-201 y Fortuna.

Época de siembra

Se sugiere sembrar desde el inicio del temporal al 31 de julio. Con híbridos y variedades precoces se puede sembrar hasta el 10 de agosto.

Método y densidad de siembra

Es conveniente sembrar en plano ajustando la sembradora a 70 cm de separación entre hileras. Si esta labor se realiza de forma manual, es aconsejable depositar la semilla en el fondo del surco a una profundidad de 4 cm, empleando de 15 a 18 kilogramos (kg) de semilla por hectárea para tirar de 20 a 25 semillas por metro lineal y así asegurar una población de 18 a 20 plantas por metro y obtener una densidad de 280 mil a 285 mil plantas por hectárea.

Fertilización

Se sugiere aplicar la dosis 64-46-00/ha, todo en presiembra o al momento de la siembra; se debe tomar en cuenta que las mejores condiciones para el

suministro del fertilizante nitrogenado (urea) son cuando el terreno presenta humedad, lo cual favorece la incorporación del nutriente en el suelo, de manera que pueda ser aprovechado por la planta.

Control de maleza

El cultivo se tiene que mantener libre de maleza durante los primeros 40 a 50 días de emergencia de la planta, para ello se puede utilizar la “tazpana”, un azadón o un paso con cultivadora. En este último caso, la labor debe ser superficial para evitar daño a las raíces de la planta. Los productos, las dosis y las épocas de aplicación para controlar la maleza más importante se presentan en el apartado correspondiente a sorgo de riego en esta guía. (Ver Tabla 27).

Control de plagas

Los insectos plaga que atacan al cultivo de sorgo de temporal son los mismos que se presentan en cultivo de riego. Las recomendaciones, insecticidas, dosis y épocas de aplicación para controlar las plagas insectiles de importancia económica se presentan en el apartado correspondiente a sorgo de riego en esta guía. (ver Tabla 28).

Enfermedades

Las enfermedades no representan problema económico en la región para el cultivo.

Cosecha

Esta labor se debe realizar cuando el grano obtenga de 14 a 18 % de humedad, lo cual ocurre entre los 105 y 120 días a partir de la fecha de siembra, según el ciclo vegetativo del híbrido o variedad sembrada.





Para mayor información dirigirse con los autores:

Ing. Tomás Moreno Gallegos

moreno.tomas@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81134

MC. Jesús Martín Moreno Hernández

moreno.jesus@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81430

MC. Jesús Asunción López Guzmán

lopez.jesus@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81416

Campo Experimental Valle de Culiacán

Dr. Edgardo Cortez Mondaca

cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81507

Campo Experimental Valle del Fuerte

Centro de Investigación Regional del Noroeste





SOYA DE GRANO

Introducción

El cultivo de soya prácticamente ha desaparecido del mosaico agrícola estatal, pues durante los últimos ciclos su área de siembra se ha reducido por diferentes causas, entre las que destacan las siguientes: serias limitantes del principal insumo, es decir, del agua para riego; escasa rentabilidad del cultivo; ataque de plagas como la mosca blanca; y la escasa existencia de semilla de las variedades sugeridas para Sinaloa. Esta oleaginosa tuvo sus mejores años en la década de los ochenta del siglo XX, cuando llegaron a establecerse en Sinaloa alrededor de 340 mil hectáreas (ha), las cuales aportaron una producción cercana a 1 millón de toneladas (t); sin embargo, con la tecnología generada por el INIFAP en Sinaloa, el cultivo tiende a resurgir; por ejemplo, el ciclo agrícola primavera-verano 2016-2016 en Sinaloa, principalmente en el Valle del Carrizo, se cosecharon cerca de 6000 ha.

En Sinaloa existen diversos factores que limitan la producción de soya y entre los más significativos están los siguientes: las enfermedades (virosis y moho blanco), las plagas (complejo de chupadores).

Selección del terreno

La soya se desarrolla bien en una amplia variedad de suelos, aunque los ideales son los de textura franca y migajón; se deben evitar los muy arcillosos y los arenosos, así como aquellos con altos contenidos de carbonatos de calcio,





pues bajo estas condiciones hay poca disponibilidad de elementos nutritivos como el fósforo, el hierro y el zinc. Los suelos requeridos para lograr altos rendimientos de soya son los profundos, donde su raíz penetra a más de 1.5 metros (m) de profundidad. El potencial de hidrógeno (pH) óptimo del suelo debe encontrarse en el rango de 5.5 a 7.5. Dado que esta leguminosa es sensible a la salinidad, es conveniente que la conductividad eléctrica sea menor de 4 decisiemens (dS). Además de las propiedades físicas y químicas del terreno, es importante conocer el comportamiento de las poblaciones de mosca blanca en las cercanías de dichos lotes a través de los monitoreos realizados por las juntas locales de Sanidad Vegetal.

Preparación del terreno

El cultivo de soya puede establecerse bajo los sistemas de labranza convencional y reducida (mínima, cero y de conservación). El productor de cultivos de grano de Sinaloa por costumbre utiliza sistemas convencionales de preparación del suelo, debido a que cuenta con los equipos de labranza tradicional, al costo que implica la adquisición de nuevos equipos para cambiar a otros sistemas de labranza y quizás por la facilidad de manejo de los sistemas tradicionales.

Mediante la labranza convencional el productor realiza labores de labranza primaria como el subsoleo, el barbecho, los rastreos, la nivelación, el surcado y la escarificación, principalmente. Este sistema de labranza se ha caracterizado por el alto uso de maquinaria, equipos, combustible y mano de obra, que se traduce en altos costos de operación. En algunos casos se ha recurrido a la quema de residuos de cosecha, lo cual ha empobrecido a los suelos, ya que disminuye a 1% el nivel de materia orgánica, base de la actividad microbiológica, la fertilidad y la física de los suelos, además de que se incrementan los niveles de contaminación. La estrategia para disminuir los costos de producción y mejorar las condiciones del suelo es la utilización de la labranza reducida, dejando los residuos de la cosecha sobre el terreno.

A continuación se presentan las opciones que el agricultor puede elegir para disminuir los costos de producción y hacer más rentable el cultivo.

a) Labranza mínima. Esta práctica se puede llevar a cabo tanto en suelos de aluvión como de barrial, donde una vez cosechado el cultivo anterior, se eliminan o incorporan los residuos, procurando evitar la quema. En suelos de barrial, a partir de un cultivo o de revivir el surco, y en suelos de aluvión,

mediante uno o dos pasos de rastra, queda lista la cama de siembra, se efectúa el riego de presiembra y, cuando el terreno da punto, se procede a escarificar el suelo.

b) Labranza cero y de conservación. Comprende el establecimiento del cultivo sin realizar movimiento alguno del suelo, para lo cual es indispensable utilizar sembradora especializada y herbicidas, a fin de lograr un buen control de maleza. La selección del herbicida dependerá del grado de infestación y tipo de maleza presente.

La utilización de estos sistemas de labranza está en función de las condiciones del terreno que permitan conducir de manera eficiente el agua de riego, como la pendiente, los surcos bien formados y las tiradas de riego, de preferencia, no mayores a 250 m.

El objetivo principal de usar la labranza reducida es el de minimizar los costos de producción para que el cultivo vuelva a ser atractivo a los productores, logrando una rentabilidad aceptable.

Ventajas en la utilización de la labranza reducida:

1. Disminuye el costo de producción.
2. Permite sembrar en las fechas recomendadas, con lo cual se minimizan los riesgos de daños por plagas y maleza.
3. No hay descenso en el rendimiento y se incrementa la productividad.

Limitaciones para emplear la labranza reducida

1. Es riesgoso usar este sistema en terrenos donde la incidencia de maleza es alta.
2. Es más manejable en rotación con los cultivos de trigo, garbanzo y frijol. Después del maíz hay una mayor dificultad para utilizarla debido al exceso de residuos de cosecha, sobre todo si se realiza la preparación tradicional; no obstante, en surcos bien formados y con equipo especializado o acondicionado, es posible sembrar tanto en húmedo como en seco bajo labranza de conservación.





Variedades

Con la presencia de la mosca blanca en la región, algunas variedades pueden sufrir daños importantes si las poblaciones de la plaga se incrementan de forma considerable, por lo que se recomienda manejar variedades tolerantes a este insecto. Las variedades sugeridas para Sinaloa son Guayparime-S-10, Nainari (Héctor), Suaqui 86, Cajeme y Harbar 88.

El factor fecha de siembra tiene una influencia determinante sobre el rendimiento del cultivo, pues las condiciones climáticas favorecen o limitan las funciones fisiológicas de la planta, así como la incidencia de plagas y enfermedades. Sembrar fuera de época conlleva mayores riesgos en la producción, por ende, se sugiere brindar atención particular en este aspecto.

El cultivo se caracteriza por su alta sensibilidad al fotoperíodo y, según estudios de fechas de siembra con cultivares de diversos grupos de madurez, se concluyó que las variedades de los grupos V y VI, a los cuales pertenecen las variedades recomendadas para Sinaloa, manifiestan un mejor potencial productivo cuando se siembran del 1 al 20 de mayo en el norte de Sinaloa y del 15 de mayo al 10 de junio para el centro.

Cuando se siembra antes de la fecha de siembra sugerida, el ciclo vegetativo se alarga, el desarrollo vegetativo es mayor, por lo general se requiere un riego de auxilio adicional y el cultivo permanece más tiempo expuesto a plagas; en consecuencia, representa un incremento en el costo de producción y el cultivo resulta menos productivo.

Si la siembra se realiza después del período recomendado, los riesgos de pérdidas en el rendimiento son mayores, pues el cultivo está más expuesto en etapas tempranas a la alta incidencia de mosca blanca y a la competencia con maleza, ya que su desarrollo inicial ocurre en el período de lluvias, las cuales impiden que se den las labores de cultivo en el momento oportuno. Además, se tiene una mayor incidencia de plagas defoliadoras en etapas tempranas, lo que se traduce en el incremento del número de aplicaciones de insecticidas. Se ha detectado que con siembras tardías se produce un grano de menor calidad (verde o arrugado), debido principalmente a que se reduce el ciclo vegetativo, lo cual se acentúa mientras más tardía es la siembra.

Método de siembra

La siembra puede efectuarse sobre suelo húmedo o seco. En húmedo es conveniente depositar la semilla a una profundidad de 6 a 8 cm en función de la humedad y el tipo de suelo. La distancia entre surcos puede ser variable dependiendo de la disponibilidad de equipo; sin embargo, se aconseja de 70 a 80 cm; también se sugiere la siembra en camas de 1 a 1.10 m con doble hilera. La siembra en seco es posible en terrenos de barrial y bien nivelados, y se deben tener cuidados extremos para evitar que la semilla quede muy profunda o descubierta; la profundidad de siembra varía entre 1.5 y 2.5 cm. Es necesario impedir que el riego de germinación sea pesado y que el espejo de agua no llegue al lomo del surco, a fin de evitar pudriciones de semilla y baja población de plantas. Con este tipo de siembra se gana el tiempo que transcurre entre el riego de asiento y la siembra cuando ésta se realiza en húmedo (de 12 a 14 días), lo cual podría considerarse para entrar en una mejor fecha de siembra; en contraste, un posible problema sería la maleza emergida después del riego de germinación, para lo cual se tendría que recurrir al uso de herbicidas.

Densidad de siembra

La utilización de altas densidades de semilla, además de incrementar los costos de producción, favorece la formación de plantas con tallos débiles y un alto índice de acame; por lo anterior, la población ideal es de 20 plantas por metro lineal, lo cual se logra si se emplean las sembradoras neumáticas o de precisión. La cantidad de semilla para obtener la densidad deseada varía de acuerdo con el tamaño de la semilla y la distancia entre surcos empleada.

Un kilogramo de semilla pequeña contiene alrededor de 7,142 semillas; uno de tamaño mediano, 6,250 semillas; y uno de tamaño grande, 5,555 semillas; por lo tanto, la dosis precisa para una densidad de 15, 20 y 25 semillas por metro se indica a continuación (Tabla 29).





Tabla 29. Densidad de siembra (kg/ha) con semilla de soya de diferente tamaño.

| Densidad de semilla/m de surco | No. de semillas por kg | kg/ha de semilla en surcos de: | | |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| | | 70 cm | 75 cm | 80 cm |
| 15 | 1) 7142 | 35 | 32 | 30 |
| | 2) 6250 | 39 | 37 | 35 |
| | 3) 5555 | 45 | 41 | 40 |
| 20 | 1) 7142 | 46 | 43 | 40 |
| | 2) 6250 | 52 | 50 | 46 |
| | 3) 5555 | 58 | 55 | 53 |
| 25 | 1) 7142 | 64 | 54 | 50 |
| | 2) 6250 | 65 | 61 | 57 |
| | 3) 5555 | 73 | 69 | 64 |

m=metro; kg=kilogramo; ha=hectárea; cm=centímetro.

En todos los casos se considera que la semilla debe tener como mínimo 80 % de germinación.

Fertilización

En general, la fertilización tiene poca o nula influencia en la producción de grano, pues aunque los suelos de la región son pobres en nitrógeno, la planta forma nódulos en sus raíces mediante la acción de la bacteria *Rhizobium japonicum*, la cual fija el nitrógeno atmosférico para ser aprovechado por la planta de soya. Incluso en terrenos donde se ha dejado de sembrar soya por dos o tres años se presenta la nodulación en forma natural sin inocular la semilla. Solo donde se siembra soya por primera vez o se ha dejado de sembrar soya por más de tres años, será necesario inocular con producto específico para soya y aplicar 40 kg de nitrógeno (N) por hectárea, haciendo la inoculación de acuerdo con las indicaciones del envase del producto comercial.

En suelos donde está establecida la bacteria y son fertilizados con altas dosis de nitrógeno, el proceso de nodulación se limita disminuyendo en forma marcada la simbiosis entre la planta y la bacteria. En suelos calcáreos y delgados se ha observado respuesta a la aplicación de fósforo (P); sin embargo, quizás no sea muy rentable la siembra de soya bajo estas condiciones, según los costos de producción y los precios actuales del grano. En este caso, es preciso realizar un análisis del terreno, ya que la soya demanda cantidades relativamente altas de este elemento para obtener un buen rendimiento. Al efectuar el análisis

mediante el método Bray P1 y encontrar niveles inferiores a 30 kg/ha de P asimilable, se requiere fertilizar con 70 kg/ha de P (P_2O_5); si el nivel en el suelo es de 30 a 60 kg/ha, se sugiere fertilizar con 40 kg/ha de P; no obstante, si es mayor a 60 kg/ha, no fertilizar con este elemento. De ser necesario el suministro de fósforo, es recomendable llevar a cabo una sola aplicación en banda, de preferencia al momento de la marca, en la escarificación o cuando se siembra.

Debido a la sensibilidad del cultivo a la clorosis por diferentes factores, debe evitarse sembrar soja en suelos con altos contenidos de carbonatos de calcio (calcáreos), pH muy altos, salinos, etcétera.

Control de maleza

Es necesario dar un cultivo para controlar la maleza y un deshierbe manual cuando ésta surge junto a la planta de soja y escapa a su destrucción mecánica. Esta práctica se realiza antes y después del primer riego de auxilio, con lo cual se mantiene limpio el lote durante los primeros 60 días; luego de este período, la planta ha desarrollado suficiente altura para impedir el crecimiento de las malas hierbas.

Para evitar la germinación de semillas de zacates, quelite y verdolaga, se aconseja aplicar en presiembra trifluralina en dosis de 960 gramos de ingrediente activo por hectárea (gia/ha) (2 l de TRETUX®) e incorporarlo al suelo con la escarificación. Mediante esta práctica el cultivo no sufre daño y el período de protección se extiende hasta un poco más del primer riego de auxilio. Si el problema lo constituyen especies de hoja ancha como tomatillo y quelite, se sugiere utilizar el herbicida acifluorfen en dosis de 236 gia/ha (1.5 l de BLAZER®) en aplicación total, cuando estas especies presentan menos de cuatro hojas verdaderas y la soja de tres a cinco hojas trifoliadas.

Riegos

La soja tolera la falta de humedad durante su desarrollo inicial; por lo tanto, se recomienda retrasar el primer riego de auxilio el mayor tiempo posible, con lo cual se estimula el crecimiento de las raíces y se evita o disminuye el problema de clorosis. En cambio, durante las etapas reproductivas (floración, formación y llenado del grano) es extremadamente sensible al déficit de agua. Sin embargo,





considerando que la mosquita blanca prospera en condiciones de baja humedad relativa y altas temperaturas, al decidir cuándo realizar el primer riego de auxilio, se deberá tomar en cuenta la abundancia de este insecto; asimismo, es necesario tener como referencia la información mostrada a continuación (Tabla 30).

Tabla 30. Calendario de riegos para soja de acuerdo con el tipo de suelo.

| Tipo de suelo | Calendario en días después de la siembra |
|------------------|--|
| Barrial delgado | 35 – 50 – 65 – 80 – 95 – 105 |
| Barrial profundo | 45 – 60 – 75 – 90 – 105 |
| Aluvión profundo | 45 – 65 – 85 – 105 |

Plagas

Por lo común, el cultivo de soja ha tenido dos plagas principales y que al rebasar determinado daño minimizan el rendimiento de grano y su calidad, estas son la mosca blanca y el complejo de gusanos defoliadores. No obstante, en los últimos años otros insectos como el trips, el grillo y la chinche ligus están incrementando sus poblaciones y el daño en el cultivo, por tal, deben vigilarse con mayor cuidado. En el cultivo se presentan otros insectos plaga como la cerotoma del pacífico, el torito de la soja y el picudo de la soja; sin embargo, sus poblaciones son reducidas, lo mismo que el daño que causan.

Mosca blanca. *Bemisia tabaci* (Genn.) biotipo “B”. Los adultos de la mosca blanca miden 1.5 milímetros (mm), son de color blanco amarillento, se les encuentra en el envés de las hojas y cuando se les molesta vuelan rápidamente; ovipositan cientos de huevos en el envés de las hojas tiernas. Las ninfas son aplanadas, al nacer se establecen en las hojas succionando la savia y producen mielecilla, donde se desarrolla el hongo de la fumagina, lo cual da una coloración negruzca a las plantas.

La soja figura entre los hospederos más importantes de verano de la mosca blanca. Cuando ésta se alimenta, los daños que ocasiona al cultivo son la afectación del vigor, el desarrollo y el crecimiento de las plantas por la succión de la savia y la interferencia de la fumagina con el proceso de la fotosíntesis; no obstante, con poblaciones muy elevadas la plaga es capaz de causar la muerte de las plantas en desarrollo.

Además, la mosca blanca también transmite enfermedades de origen viral en soya, aunque hasta la fecha éstas no se consideran de importancia económica. De acuerdo con estudios realizados en el CEVAF, se sabe que el período crítico de daño de mosca blanca en soya va de los 30 a 75 días después de la siembra, lapso en el cual las medidas deben extremarse para evitar pérdidas en el rendimiento. Sin embargo, antes de los 30 días es importante evitar, en lo posible, el establecimiento de la plaga en el cultivo, ya que después es muy difícil eliminarla.

El manejo de la plaga se hace en forma preventiva: se inicia con la elección del terreno para siembra (éste debe ubicarse en un área con baja incidencia de la plaga), se emplea una variedad poco preferida por la plaga (Héctor, Esperanza o Guayparime), se realiza la siembra en el período sugerido (1 al 20 de mayo) y se mantienen las regaderas y linderos libres de maleza antes y durante el desarrollo del cultivo. Otra medida cultural que no debe ser olvidada es realizar los riegos de auxilio oportunamente y en la forma adecuada. Una vez establecido el cultivo, se debe muestrear la plaga a intervalos de cada cuatro días, inspeccionando el número de adultos en el envés del foliolo central del trifolio ubicado en el quinto nudo apical de 30 plantas; si son tres o más se cuenta como infestada y si son dos o menos se considera no infestada. El muestreo debe iniciarse temprano por la mañana: desde que amanece hasta las 9:00 am. Entre cada planta muestreada se debe caminar cuatro o cinco pasos para el muestreo de la siguiente hoja.

Se sugiere no utilizar insecticidas convencionales en los primeros dos meses del cultivo, pues se elimina la fauna benéfica y se registra el surgimiento de plagas principales y secundarias que provocan un mayor número de aplicaciones de insecticidas. Una vez que las plantas contengan 60 % de hojas infestadas con adultos e inmaduros presentes en las hojas, se recomienda el control químico: lo ideal sería realizar la aspersión de un regulador de crecimiento de la mosca blanca, como el Piryproxifen (Knack®) o el Buprofesin (Applaud®), que muestran un efecto reducido sobre los enemigos naturales de las plagas. Cuando el cultivo está más desarrollado y si las poblaciones continúan elevadas, se puede realizar una mezcla de algún insecticida fosforado + piretroide o de un neonicotinoide + piretroide, en especial si se coincide con poblaciones de lepidópteros defoliadores, trips o chinches.





La aspersión de insecticidas se debe efectuar mediante un equipo terrestre con extensiones y boquillas orientadas hacia arriba, en un ángulo de 45° para que cubran, sobre todo, el envés de las hojas y el haz, procurando tener un gasto de agua de 200 a más de 300 litros (l) de agua por hectárea (ha), de acuerdo con el tamaño del cultivo. Las aplicaciones deben ser tempranas, igual que en el horario recomendado para el muestreo, cuando la mosca blanca es menos inquieta. No se recomienda realizar aspersiones aéreas por la reducida efectividad que registran.

La aplicación de soluciones jabonosas (ácidos grasos o jabón doméstico comercial) con insecticidas botánicos (extractos de nim) o de origen mineral (tierras diatomeas+aceite mineral) durante los primeros 30 a 50 días de edad del cultivo, tiene el propósito de evitar, en lo posible, que la plaga colonice el cultivo, así como generar un bajo impacto sobre enemigos naturales, en primera instancia, y con un costo económico relativamente reducido, comparado con el de los insecticidas sintéticos.

Trips. *Caliothrips phaseoli* (Hood) y *Frankliniella* spp. Los trips miden poco más de 1 mm de longitud, son de color gris oscuro (el trips negro del frijol) y de color amarillo (*Frankliniella*, el trips del cogollo), y poseen un cuerpo alargado. Los huevecillos son insertados en los tejidos del envés de las hojas; después de cuatro días emergen las ninfas, las cuales son de color claro y pasan por cuatro instares: en los primeros dos se alimentan y tienen mayor actividad, se les encuentra en las plantas, principalmente en el envés de las hojas y en las inflorescencias; luego, caen al suelo para pasar allí el tercer y cuarto instar, etapas también denominadas prepupa (semi-inactiva) y pupa (inactiva); las ninfas y adultos pican y chupan el tejido de las hojas produciendo cicatrices que, en su conjunto, le dan un aspecto cenizo; después, se tornan color cobrizo y se acartonan. Este daño se refleja en merma del rendimiento.

Como medida preventiva es conveniente sembrar en la fecha sugerida, eliminar las malas hierbas próximas al terreno de cultivo, en especial el zacate Johnson, el girasol, el toloache y las cucurbitáceas silvestres, antes de la siembra y aplicar los riegos de forma oportuna, ya que con la humedad se crea un microclima adverso para el insecto.

Mediante muestreos pertinentes es posible recomendar el empleo de insecticida en forma anillada y ahorrar en el control químico. Las aspersiones de insecticidas biorracionales sugeridas contra mosca blanca también tienen

efecto para los trips y las chicharritas, así como insecticidas sistémicos aplicados al momento de la siembra. Durante la floración, los muestreos deben hacerse cada cuatro días para tomar medidas de control antes que el daño alcance las hojas superiores. Se sugiere la aplicación de insecticidas cuando se capturen más de 100 trips en 25 redadas.

Por lo general, las infestaciones de trips se inician en las orillas de los campos, por lo cual se recomienda muestrear en varios puntos de la periferia y avanzar hacia el centro del lote para determinar aplicaciones en “anillo” o totales. La aspersión de algunos insecticidas biorracionales (jabones, aceites minerales y extractos botánicos) y sintéticos contra mosca blanca ayudan a mantener bajas las poblaciones de trips y otras especies fitófagas como chinches y larvas de defoliadores.

Grillo. *Acheta domesticus* (assimilis) (L.). Los adultos son de color negro, robustos, de cabeza grande y cuadrada, con antenas largas y patas robustas adaptadas para saltar; miden alrededor de 3.5 cm de largo. En soya, las ninfas, junto con los adultos, ocasionan defoliación del cultivo y mordeduras en las vainas tiernas provocando que se marchiten. Durante las últimas temporadas, en soya de verano, la población de grillos parece haber incrementado, sobre todo cuando ocurren lluvias tempranas y abundantes. Lo anterior se traduce en un daño elevado de vainas tiernas y, por tanto, en una merma del rendimiento.

Chinche ligus. *Lygus lineolaris* (P. de Beauvois). Los adultos de chinche ligus son ovalados de color café-rojizo amarillento, de un poco más de 5 cm de largo. Tienen la cabeza color café-amarillento de forma triangular, con antenas filiformes y poseen patas bien desarrolladas. El centro del dorso (el escutelum) es de color claro, en forma de “corazón”.

En los últimos años la presencia de chinche ligus aparentemente se ha incrementado en el cultivo de soya, provocando, en ocasiones, la aplicación de insecticidas para su control. El daño que genera es el aborto de fructificaciones (botones florales y vainas pequeñas) al alimentarse de éstas. Las aplicaciones de insecticidas contra mosca blanca ayudan a reducir sus poblaciones; no obstante, si en muestreos con red entomológica durante la etapa de fructificación del cultivo se capturan 25 o más ejemplares, es necesario realizar el control químico.





Complejo de defoliadores

Gusano terciopelo. *Anticarsia gemmatalis* (Hübner). El adulto es una palomilla de color ocre que presenta en las alas una banda oblicua de color café claro; mide alrededor de 3 cm de largo. Depositán los huevos de uno en uno en el envés de las hojas. Tienen forma esférica, color blanco verdoso, incuban en tres a cuatro días aproximadamente y antes de eclosionar se tornan de color oscuro. La larva es de color verde claro, aterciopelada, presenta una banda dorsal verde oscura y tres bandas claras a cada lado del cuerpo; atraviesa por seis instares larvarios y en su máximo desarrollo llega a medir cerca de 4 cm de largo. Una de sus características es que brinca cuando se le molesta, por lo que se le conoce también como gusano saltarín; en dicho estado permanece alrededor de tres semanas. La larva produce rasgaduras al alimentarse de las hojas. Es el más importante de los defoliadores por su abundancia y su voracidad.

Gusano falso medidor de la col. *Trichoplusi ni* (Hübner). El adulto del falso medidor de la col es una palomilla de coloración gris oscura de aproximadamente 2.3 cm de largo y muestra una mancha en forma de “ocho” de color gris plateado en la mitad de las alas anteriores. Deposita los huevecillos uno por uno en el envés de las hojas de la soya; es de color verdoso, de forma redonda y aplanada. Las larvas son de color verde claro, presentan los pináculos setíferos de color claro y pasan por seis instares larvarios; en su máximo desarrollo alcanzan a medir 3.5 cm de largo. Estas larvas son fáciles de identificar, ya que presentan solamente tres patas falsas en el quinto, sexto y noveno segmento abdominal; además, tienen la apariencia de un bate, pues el cuerpo se adelgaza hacia la cabeza; otra característica es la forma arqueada al caminar.

Falso medidor patas negras. *Pseudoplusia includens* (Walker). Es una palomilla de color café oscuro con brillo dorado que mide 2.3 cm de longitud y presenta en las alas superiores una mancha plateada en forma de “coma”. Deposita los huevecillos de uno en uno en el envés de las hojas de la soya; es de color verde claro, de forma redonda y aplanada. Las larvas son muy parecidas a las del falso medidor de la col, pero son más robustas, presentan puntos negros (pináculos setíferos) en el dorso y sus patas son de color oscuro. El resto de las características son similares a las larvas del falso medidor de la col.

Gusano peludo. *Estigmene acrea* (Drury). Los adultos de gusano peludo son palomillas de color blanco cremoso con puntos negros en el margen de las alas anteriores, tienen un abdomen color café anaranjado y patas blancas

con bandas negras; miden alrededor de 2.7 cm de longitud. Las oviposturas son realizadas en el envés de las hojas bandera de las plantas, en masas de cientos de huevos; las larvas eclosionan en tres a cuatro días y consumen toda la hoja bandera, dejando solo las nervaduras; después, se distribuyen en plantas vecinas. Al inicio, los gusanos son de color café claro, pero a partir del tercer instar los mechones de sedas empiezan a ser notorios, aspecto que le da el nombre de gusano peludo. En su máximo desarrollo llegan a medir más de 4 cm de longitud, son robustos y de color café rojizo a negro. Son muy voraces, quizás en mayor grado que el resto de los defoliadores indicados, pero en general sus poblaciones son menores a las del resto.

Las temporadas con lluvias tempranas (de junio) y relativamente abundantes favorecen una existencia elevada de hospederas silvestres (en particular de quelite) y, con ello, una alta presencia de lepidópteros defoliadores, lo cual, en general, provoca que se realice al menos una aplicación de insecticidas por temporada. Sin embargo, aspersiones anticipadas de insecticidas contra mosca blanca reducen de manera indirecta las poblaciones de defoliadores, así como numerosos depredadores y parasitoides presentados en el cultivo.

Las larvas de lepidópteros que conforman este complejo de plagas de la soya, pueden reducir el rendimiento hasta 40 % cuando se presentan en la floración y la formación de vainas. Las mayores poblaciones de defoliadores surgen durante agosto y septiembre; cuando coinciden con las etapas críticas del cultivo se tienen las mayores disminuciones en rendimiento. Por lo anterior, se considera que siembras comprendidas en la primera decena de mayo tienen más posibilidades de escapar a su ataque en las etapas críticas del cultivo, disminuyendo los costos de producción por concepto de control de plagas y el impacto en el agroecosistema. El criterio para implementar el control químico de defoliadores es cuando se observen de 20 a 25 larvas chicas por metro de surco y ocurra 30 % de pérdida de follaje del cultivo.

El muestreo de los gusanos defoliadores se efectúa a partir de que se detecte un incremento de las poblaciones de gusanos y daños en el follaje, y se repite a intervalos semanales. Se coloca una lona de plástico de 1 m de largo en el fondo del surco, se sacuden vigorosamente las plantas de ambos lados del surco y enseguida se procede a contabilizar las larvas por especie, de acuerdo con su tamaño, en chicas (de primer a tercer instar) y grandes (de cuarto a sexto instar). Este procedimiento se repite en ocho sitios de la superficie del





cultivo en parcelas de 10 ha; si en los primeros cuatro o cinco muestreos se observa una población reducida de defoliadores, el muestreo se suspende; si el número de gusanos excede sobradamente el umbral económico (20 a 25 larvas), el muestreo se puede suspender para preparar la aplicación del control químico. Se realiza el total de los muestreos recomendados si el número de larvas por metro lineal se registra alrededor del número de larvas indicadas como umbral económico hasta el final de los muestreos. En la tabla 31 se mencionan las plagas y su control químico.

Tabla 31. Principales insectos que atacan al cultivo de soya, insecticidas, dosis y épocas de aplicación.

| Plagas | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|--|---|-----------|--|
| Mosca blanca | Ácidos grasos: jabón insecticida (0d) ** | 1.5 a 2 l | Al momento de observar 40 % de hojas infestadas con dos o más adultos. |
| | Jabón doméstico (0d) | 2 l | |
| | Extractos botánicos (0d) | 1.5 a 2 l | |
| | Endosulfan (Thiodan®)+Jabón (4d) | 2 + 2 l | Al momento de observar 60 % de hojas infestadas con dos o más adultos. |
| | Tiametoxam + Cyalotrina (Engeo®) (15d) | 0.3 l | |
| | Imidacloprid + Betacyflutrina (Muralla®) (14d) | 0.3 l | |
| | Fenpropatrin (Herald®) + Acefate (Orthene®) (14d) | 0.5 + 1 l | |
| Bifentrina (Talstar®) + Endosulfan (Thiodan) (14d) | 0.5 l + 2 l | | |

Continúa Tabla 31...

Continúa Tabla 31...

| Plagas | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|----------------------------------|---|-------------|---|
| Trips | Acefate (Orthene®) (14d) | 1 a 1.5 kg | Cuando se detecten cinco o más trips por planta pequeña. (Los insecticidas aplicados contra mosca blanca controlan indirectamente trips). |
| | Malathion (Malation® 1000) (3d) | 1 l | |
| | Dimetoato (Rogor® 40) (21d) | 1 l | |
| | Diazinon (Diazol® 25CE) (7d) | 1.5 l | |
| Grillo | Acefate (Orthene®) (14d) | 1 a 1.5 kg | Cuando se observen altas poblaciones de grillo y las primeras vainas mordisqueadas. |
| | Malathion (Malation® 1000) (3d) | 1 a 1.5 l | |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480CE) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| | Metomil (Lannate® 90) (14d) | 300 a 400 g | |
| Chinche ligus | Malathion (Malation® 1000) (3d) | 1 a 1.5 l | Cuando se capturen 25 chinches en 100 golpes de red en la etapa de fructificación del cultivo. (Aplicaciones de insecticidas contra mosca blanca controlan indirectamente a chinche ligus). |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480CE) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| | Metomil (Lannate® 90) (14d) | 300 a 400 g | |
| Complejo de gusanos defoliadores | Acefate (Orthene®) (14d) | 1 a 1.5 kg | Con presencia de 20 a 25 larvas chicas y 30 % de defoliación. |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480CE) (21d) | 1 a 1.5 l | |
| | Metomil (Lannate® 90) (14d) | 300 a 400 g | |
| | Cyaloctrina (Karate®) (15d) | 0.5 l | |

ha=hectárea; l=litro; kg=kilogramo; g=gramo; % por ciento.

* De acuerdo con el nombre comercial original en el mercado.

** Intervalo de seguridad en días a la cosecha.





Enfermedades

Se presentan varias enfermedades durante el ciclo de verano, las cuales, bajo condiciones propicias, pueden reducir los rendimientos del cultivo o aumentar los costos de producción al efectuar su combate. A continuación se describen de manera breve las enfermedades más importantes.

Pudrición de vainas. Es un complejo de hongos capaces de causar pudriciones de vainas en soja que infectan hojas, tallos y vainas. Básicamente, se observa que las vainas afectadas se tornan de color café y después se cubren de un moho negro que las puede cubrir de forma total; en ocasiones se distinguen pequeños puntos negros que corresponden a los cuerpos fructíferos de los hongos. Estos patógenos pueden causar daños de importancia, principalmente en las siembras de verano cuando las lluvias son más frecuentes; la severidad es mayor en siembras tempranas que en las tardías.

El uso de 600 g de duter®+600 g de promyl® por hectárea, respectivamente, resulta efectiva para el combate de esta enfermedad. La aplicación se efectúa cuando alrededor de 20 % de las vainas estén formadas y la enfermedad se produzca. Si se requiere una segunda aplicación, se hace 14 días después de la primera.

Secadera de plántulas. Durante los primeros 30 días del cultivo es común observar en el campo áreas escasas de plantas que rara vez sobrepasan de 5 a 8 % de la población. Los hongos producen lesiones en el tallo y la raíz, que se cubren de vellosidades de aspecto algodonoso, las cuales, a medida que envejecen, producen pequeñas estructuras redondas de color café pajizo, mientras que rodean el tallo a nivel del suelo y terminan por estrangularlo.

Control. La enfermedad es menos severa cuando el cultivo se establece en suelos con buen drenaje y la semilla se trata con fungicidas como thiram®, captán® o pcnb®, antes de la siembra. Se recomienda usar la dosis señalada en la etiqueta de los productos. Después de lluvias fuertes o riegos muy pesados es conveniente realizar cultivos tan pronto como sea posible.

Mildiú. Esta enfermedad se caracteriza por producir pequeñas manchas de forma irregular color verde pálido o amarillo claro por el haz, las cuales después se tornan café oscuro, rodeadas de un margen amarillento por el envés, principalmente en ambiente húmedo; las lesiones se cubren de un vello aterciopelado de color

crema. La enfermedad también puede atacar las vainas y afectar la semilla, la cual presenta superficialmente masas de micelio y oosporas de color blanco; la semilla dañada puede ser más pequeña y de menor peso que la sana.

Putridión carbonosa. Se caracteriza por ser habitante del suelo y sobrevive en los residuos de cosecha en forma de micelio y microesclerocios; éstos pueden permanecer hasta cinco años en el suelo sin perder su poder germinativo. Los principales síntomas son la pudrición de la raíz y el secamiento total de la planta. Al inicio, en los tallos se observan manchas rojizas que los cubren en gran parte. Puede haber defoliación prematura y poca turgencia de vainas. La planta adquiere un color pajizo al secarse y las manchas se tornan de color negro debido a la formación de gran cantidad de microesclerocios.

Control. Se puede prevenir con el empleo de semilla certificada, ya que el patógeno se transmite por este medio. Es aconsejable una buena preparación del terreno para evitar encharcamientos y rotación de cultivos con cereales u otros que sean resistentes al hongo.

Virosis. Se han observado daños causados aparentemente por el virus del mosaico de la soya (vms). Las plantas infectadas muestran acortamientos de entrenudos y pecíolos y, en consecuencia, una reducción general de su tamaño; se presenta deformación y arrugamiento de las hojas, las cuales son asimétricas y con los bordes enrollados hacia el envés.

Control. Es posible evitar daños importantes al sembrar semilla sana, eliminar la maleza y los insectos chupadores, así como destruir lo más pronto posible las plantas infectadas para evitar la diseminación de la enfermedad.

Cosecha

Cuando la soya empieza a madurar, la mayor parte del follaje se torna amarillo y cae, por lo general transcurren entre 8 y 10 días desde el inicio hasta que la planta queda prácticamente defoliada, indicador de que se puede comenzar la trilla. Debe revisarse el contenido de humedad del grano, el cual debe estar entre 13 y 14 % para evitar pérdidas y descuentos. Para disminuir pérdidas, es recomendable que no se retrase la trilla después de la madurez y que la combinada se encuentre en buenas condiciones y con los ajustes pertinentes para la realización de una excelente trilla; además, a fin de





lograr una mejor distribución de la paja de soya que facilite su incorporación al terreno, es conveniente adaptar a la combinada una picadora esparcidora de estos residuos.

Para mayor información dirigirse con los autores:

MC. Franklin Gerardo Rodríguez Cota
rodriguez.franklin@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81504

Campo Experimental Valle del Fuerte

MC. Raúl Hipólito Saucedo Acosta
sucedo.raul@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81502

Campo Experimental Valle del Fuerte

Dr. Víctor Valenzuela Herrera
valenzuela.victor@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81415

Campo Experimental Valle de Culiacán

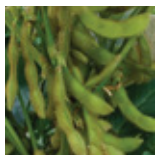
Dr. Edgardo Cortez Mondaca
cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81507

Campo Experimental Valle del Fuerte

Centro de Investigación Regional del Noroeste





SOYA DE SEMILLA

Introducción

La siembra de soya en invierno con fines de producción de semilla sigue siendo una alternativa viable en Sinaloa, dado que en esta temporada la incidencia de plagas es menor y la cosecha obtenida coincide con la etapa previa al inicio de las siembras de soya de verano, prácticamente en todo el noroeste del país. En sus mejores tiempos, el sistema de rotación trigo-soya llegó a ocupar cerca de 400 mil hectáreas (ha) en los estados de Sonora y Sinaloa. Aunque el interés por el cultivo ha descendido, se considera que producir semilla, en función de las expectativas del mercado, puede ser una siembra rentable, siempre y cuando se tenga asegurado el mercado. La siembra de soya en invierno, a diferencia de la de verano, se cosecha en abril o principios de mayo, cuando la temperatura y la humedad relativa no son muy altas, lo cual permite cosechar semilla de muy buena calidad en cuanto a vigor y porcentaje de germinación.

Selección y preparación del terreno

Para seleccionar el terreno se deberá tomar en cuenta la rotación de cultivos. Después de cosechar soya de verano, es conveniente utilizar la misma variedad para evitar posibles mezclas.

Es recomendable no destinar a la producción de semilla de soya terrenos con sales, ya que bajo estas condiciones el desarrollo de la planta es raquítrico y los





rendimientos merman de forma considerable. Para obtener una adecuada cama de siembra, la preparación del suelo debe incluir barbecho y doble rastreo. La buena nivelación permite una óptima germinación de la semilla y facilita el manejo de riego sin causar problemas al cultivo por exceso de agua.

Variedades

Las variedades de soya con mejores resultados en invierno son Guayparime-S-10, Nainari (Héctor), Suaqui 86, Cajeme y Harbar 88.

Época de siembra

Una cosecha oportuna con buen rendimiento es más factible cuando se siembra del 15 al 30 de noviembre. No debe sembrarse fuera de época, ya que las bajas temperaturas invernales pueden dañar la floración, lo cual merma la productividad del cultivo de forma significativa. Conforme se tienen días más cortos, la soya tarda más en madurar, por ello, si se siembra después del 30 de noviembre, las variedades prolongan el ciclo más de lo normal y, en consecuencia, es imposible cosechar a tiempo para la utilización de la semilla en siembras de verano, que son durante el mes de mayo.

Método de siembra

Se sugiere sembrar a “tierra venida” para asegurar una buena germinación. En invierno, el frío y la poca luminosidad diaria inducen al cultivo a un menor crecimiento que en verano, por lo que las densidades de población deberán ser mayores para incrementar la competencia entre plantas, la altura de planta y la altura de la primera vaina. Se puede sembrar en camas de 1 metro (m) de ancho con dos hileras distanciadas a 30 centímetros (cm) o utilizar camas de 1.4 m de ancho con tres hileras a 35 cm entre ellas. Con el primer sistema se obtienen alrededor de 500 mil plantas por hectárea y 530 mil con el segundo. El método convencional de 80 cm entre surcos y 312 mil plantas por hectárea no favorece el crecimiento del cultivo: las primeras vainas quedan al ras del suelo y esto propicia considerables pérdidas de semilla cuando se efectúa la cosecha mecánica; no obstante, se puede recurrir a este tipo de siembra con los riesgos que ello implica.

Densidad de siembra

Como punto principal, es necesario que la semilla posea, al menos, 80 por

ciento (%) de germinación, ya que de esto depende la validez de lo que a continuación se menciona.

Bajo el sistema en camas se depositan 30 semillas por metro (m) de surco para lograr 25 plantas. En camas de 1 m a doble hilera se deben utilizar 100 kilogramos (kg) de semilla por hectárea y 110 al sembrar en camas de 1.4 m con triple surco. Cantidades mayores de semilla favorecen el desarrollo de tallos delgados y esto puede ocasionar problemas de acame. Al sembrar en surcos a 70 cm se emplean 90 kg/ha y se depositan 35 semillas por metro.

Fertilización

La inoculación consiste en agregar bacterias del genero *Rhizobium* a la semilla, con el propósito de favorecer el desarrollo de nódulos en las raíces; por medio de éstos fijan el nitrógeno del aire para ser aprovechado por la planta. Es necesaria la inoculación cuando el terreno haya dejado de sembrarse con soya por dos o más años o al establecer la leguminosa por vez primera en el terreno. Al inocular, se deben tomar en cuenta las advertencias y cuidados indicados en la etiqueta del producto.

El uso de fertilizantes en soya para la producción de semilla es necesario para aumentar la producción y el desarrollo del cultivo. Se sugiere aplicar la dosis 40-00-00 por hectárea en presiembra cuando se siembra después de otra leguminosa y 80-00-00 después de maíz o sorgo.

Control de maleza

Es necesario dar un cultivo para controlar la maleza, además un deshierbe manual, cuando ésta surge junto a la planta de soya y escapa a su destrucción mecánica. Esta práctica se realiza antes y después del primer riego de auxilio, con lo cual se mantiene limpio el lote durante los primeros 60 días; después de este período la planta ha desarrollado suficiente altura para no permitir el crecimiento de las malas hierbas. De no ser posible su control con este método, se aconseja aplicar algunos de los herbicidas mencionados en el apartado correspondiente a soya para grano de esta agenda.

Para evitar la germinación de semillas de zacates, quelite y verdolaga, se sugiere administrar en presiembra trifluralina en dosis de 960 gramos de ingrediente activo por hectárea (gia/ha) (2 l de TRETUX®) e incorporarlo





al suelo con la escarificación. Con esta práctica el cultivo no sufre daño y el período de protección se extiende hasta un poco más del primer riego de auxilio. Si el problema lo constituyen especies de hoja ancha como tomatillo y quelite, se recomienda utilizar el herbicida acifluorfen en dosis de 236 g/ha (1.5 l de BLAZER®) en aplicación total, cuando estas especies presentan menos de cuatro hojas verdaderas y la soya de tres a cinco hojas trifoliadas.

Riegos

En soya de invierno, como las condiciones ambientales prevalecientes son frías, es poca la evaporación de humedad del suelo, por lo que se requiere menos agua que en verano.

Es conveniente administrar un riego de presiembra y tres o cuatro de auxilio. El primero se proporciona 50 días después de la siembra y los otros a intervalos regulares de 25 a 30 días, lo cual dependerá de las condiciones climáticas que prevalezcan. El suministro frecuente de riegos puede ocasionar efectos negativos como alargamiento del ciclo y el consiguiente retraso en la cosecha.

Plagas

La importancia de insectos plaga en soya de invierno es menor que en verano, pues las poblaciones de insectos que la afectan en esta época por lo común son más reducidas; por ejemplo, el complejo de lepidópteros defoliadores generalmente no se presenta. Sin embargo, dado que la soya de invierno se destina a la producción de semilla, es necesario extremar el control de mosca blanca para obtener producto de buena calidad, sin descuidar las poblaciones de trips, principalmente. Para el control químico, consultar la Tabla 31.

Enfermedades

Las enfermedades que afectan al cultivo de soya durante el ciclo invernal carecen de importancia económica, razón por la cual no se considera como problema.

Cosecha

En siembras de invierno, por lo general la planta no tira todas sus hojas al llegar a madurez y siempre queda con 30 o 40 % de follaje y tallos verdes. Cuando las vainas logran su madurez de trilla y la humedad en la semilla sea de 14 a 16 %, se debe cosechar de manera lenta, o bien, previo a esta práctica, se sugiere utilizar

un defoliante como Gramoxone, en dosis de 1 litro (l) por hectárea en 80 l de agua para aspersión aérea y en 200 l para aplicación terrestre. Es necesario verificar que se efectúen los ajustes adecuados a la combinada, a fin de llevar a cabo una trilla eficiente y se evite el daño a la semilla por golpes durante este proceso.

Para mayor información dirigirse con los autores:

MC. Franklin Gerardo Rodríguez Cota

rodriguez.franklin@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81504

Campo Experimental Valle del Fuerte

MC. Raúl Hipólito Saucedo Acosta

sauceda.raul@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81502

Campo Experimental Valle del Fuerte

Dr. Víctor Valenzuela Herrera

valenzuela.victor@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81415

Campo Experimental Valle de Culiacán

Dr. Edgardo Cortez Mondaca

cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81507

Campo Experimental Valle del Fuerte

Centro de Investigación Regional del Noroeste





TRIGO

Introducción

En el territorio nacional se distinguen las regiones del Noroeste y el Bajío por su mayor aportación en la producción de trigo: el Noroeste aporta en promedio 55 por ciento (%) de la producción nacional y el Bajío 20.8 %, lo que representa más de las tres cuartas partes del total nacional (SIAP, 2010). Durante el ciclo otoño-invierno 2012-2013, la superficie de trigo en el estado de Sinaloa fue de 17,300 hectáreas (ha), predominando las variedades de trigo harinero Kronstad F2003 y Tacupeto F2001, las cuales en la actualidad presentan susceptibilidad a enfermedades fungosas (royas o chauixtle), con un rendimiento medio de 4.24 toneladas por hectárea (t/ha), mientras que para el ciclo otoño-invierno 2015-16, la superficie estatal fue de 74,366 ha con un rendimiento promedio de 4.8 t/ha (SIAP, 2017).

Después de maíz y frijol, el cultivo del trigo se ha mantenido como una opción de siembra relativamente segura en el norte de Sinaloa, donde las condiciones de clima son más favorables para ello. Su manejo agronómico, hasta cierto grado fácil, así como su tolerancia a la salinidad, también hasta determinado nivel, le han permitido ocupar un lugar preferencial en zonas productivas donde sembrar otros granos resulta difícil, como el Valle del Carrizo, donde durante los últimos años se han establecido las mayores superficies y en el que se tienen sembradas 43,000 ha en el ciclo OI 2016-17.



Derivado de las bajas temperaturas presentadas en el norte del estado afectando a la mayoría de los cultivos en los años 2011, 2012 y 2013, a partir del ciclo agrícola 2013-2014 la superficie sembrada de trigo se ha incrementado, lo cual demanda un mayor mosaico de variedades con tolerancia a enfermedades, principalmente. Por lo anterior, es importante generar nuevas variedades de trigo de buen potencial de rendimiento y calidad industrial para el norte del estado y mejorar su manejo agronómico.

Preparación del terreno

Las prácticas más comunes de preparación o laboreo del terreno han sido el subsoleo, el barbecho o piqueo, los rastreos, la nivelación y la marca de surcos, así como las corrugaciones o melgas, con el objetivo de acondicionar el suelo para una buena siembra y conducción del agua de riego. Los resultados obtenidos en evaluaciones de sistemas de labranza en trigo indican poco a nulo efecto de la intensidad del laboreo del suelo, lo cual sugiere la eliminación de labores de preparación primaria, recurriendo incluso a la siembra directa o a la labranza reducida.

Variedades

A partir de la selección adecuada de la variedad depende escapar de factores que limitan la producción, como las enfermedades, o minimizar su posible daño.

Las variedades recomendadas tienen un amplio rango de adaptación y una alta capacidad de rendimiento; sin embargo, su comportamiento puede variar con el manejo y las condiciones ambientales. En la Tabla 32 se mencionan las variedades sugeridas, así como sus principales características.

Tabla 32. Variedades de trigo sugeridas para la siembra en Sinaloa.

| Variedad | Reacción a roya de la hoja | Días a | | Altura de planta (cm) |
|---------------------|----------------------------|--------|---------|-----------------------|
| | | Espiga | Madurez | |
| *Conatrigo F-2015 | R-MR | 73 | 116 | 94 |
| *Bacorehuis F-2015 | R-MR | 72 | 114 | 92 |
| *Borloug 100 F-2014 | R | 75 | 116 | 98 |

Continúa Tabla 32...





Continúa Tabla 32...

| Variedad | Reacción a roya de la hoja | Días a | | Altura de planta (cm) |
|------------------------|----------------------------|--------|---------|-----------------------|
| | | Espiga | Madurez | |
| *Navojoa M-2007 | MR | 71 | 112 | 88 |
| *Roelfs F-2007 | R | 71 | 112 | 98 |
| *Villa Juárez F-2009 | R | 66 | 105 | 88 |
| *Onavas F-2009 | MR | 73 | 114 | 87 |
| **CIRNO C-2008 | R | 71 | 115 | 80 |
| **Patronato Oro C-2008 | R | 72 | 116 | 87 |
| **Conasist C-2015 | R | 73 | 119 | 86 |
| **Quetcheueca C-2013 | R | 74 | 120 | 83 |

R=Resistente; MR= Moderadamente resistente; cm=centímetro. * Trigo harinero; **Trigo duro.

En ciclos recientes, las variedades Navojoa, Roelfs, Villa Juárez y Onavas han mostrado susceptibilidad a roya de la hoja, por lo que se aconseja sembrarlas entre el 15 de noviembre y 10 de diciembre para reducir posibles daños debido a esta enfermedad, en tanto se carezca de semilla suficiente de variedades más recientes y con resistencia, como Borloug, Conatrigo y Bacorehuis.

Fecha de siembra

Para que las variedades recomendadas expresen su máximo potencial productivo, es necesario sembrarlas en la época óptima, que comprende del 15 de noviembre al 31 de diciembre; antes o después se corre el riesgo de que falten horas frío al cultivo y disminuya el rendimiento o que éstas pierdan su resistencia a roya lineal o roya amarilla. Siembras posteriores disminuyen la capacidad de amacollamiento, lo cual afecta la producción, aunado al posible daño por enfermedades en etapas tempranas de su desarrollo.

Densidad de siembra

Para la obtención de buenos rendimientos son suficientes de 100 a 120 kg/ha de semilla cuando el método de siembra es en surcos a dos o tres hileras, mientras que en siembras en plano, donde se siembra al voleo y se tapa con rastra (o se forman melgas o levantan corrugaciones), es necesario incrementar la cantidad a 150 kg/ha.

Aun cuando las variedades mencionadas son de tallo fuerte, las variedades de mayor altura tienden a acamarse cuando se siembran cantidades mayores de semilla, se sobrefertiliza o se proporciona exceso de agua después de la etapa de grano lechoso.

Método de siembra

El trigo puede sembrarse de diferentes formas, según la textura del suelo y el grado de incidencia de la maleza. La siembra en húmedo facilita el control de maleza con la escarificación, mientras que en seco se posibilita la siembra y la fertilización; sin embargo, se depende del uso de herbicidas para el control de maleza con la emergencia del cultivo.

Surcos con hileras. La separación más común entre surcos, 80 cm, permite colocar de tres a cuatro hileras sobre el lomo del surco, incluso una más en la zanja o fondo. Otra opción es la formación de melgas, curvas a nivel o corrugaciones, distribuyendo la semilla en hileras o al voleo. La siembra se realiza una vez que se ha formado el surco o se ha revivido la marca del cultivo anterior; después, se da el riego de germinación si la siembra fue en seco.

Cuando se tiene problemas fuertes de maleza es conveniente sembrar en húmedo; para ello se procede a marcar o a revivir el surco y luego se aplica el riego de presiembra. Cuando el suelo da punto, se escarifica para después sembrar en húmedo, con lo cual se reduce, y en ocasiones se evita, el suministro de herbicidas postemergentes. Las siembras en hilera tienen la ventaja de permitir el paso de cultivadora, eliminando malas hierbas en las primeras etapas de desarrollo, y de poderles administrar fertilizantes u otros productos. En caso de requerirse el empleo de herbicidas, éstos se aplican en forma parcial en el lomo del surco. Al utilizar este método se facilita el uso de la mínima y cero labranza en segundos cultivos y con ello reducir el tiempo y el costo de la producción.

Melgas. Este método es para suelos de aluvión principalmente. Se efectúa en plano y a tierra venida y después se marcan melgas, cuya forma y tamaño dependerá de la nivelación del terreno; pueden ser cuadradas, rectangulares o de forma irregular cuando se hacen con curvas de nivel.

Fertilización

El manejo de los fertilizantes en trigo es una práctica importante por su





influencia en el rendimiento y la calidad del grano. Únicamente se ha encontrado respuesta en rendimiento al aplicar nitrógeno, seguido del fósforo. En el caso de nitrógeno, de no contarse con un análisis de suelo, se sugiere aplicar de 200 a 220 kg/ha en suelos arcillosos o de barrial y de 180 a 200 kg/ha en suelos de aluvión.

De acuerdo con la disponibilidad estimada en el análisis químico (Tabla 33), aplicar un total de 270 kg/ha si ésta es menor a 20 kg/ha en el suelo; 240 kg/ha si es de 20 a 40 kg/ha; 210 kg/ha si es de 40 a 60 kg/ha; 180 kg/ha con 60 a 80 kg/ha; 150 kg/ha de ser entre 80 a 100 kg/ha; y 120 kg/ha si es mayor a 100 kg/ha.

Tabla 33. Dosis de nitrógeno requerido para fertilizar el trigo según su nivel en el suelo.

| Disponibilidad en el suelo kg de N/ha | kg de N/ha por aplicar |
|---------------------------------------|------------------------|
| Menor de 20 | 270 |
| Menor de 20 a 40 | 240 |
| Menor de 40 a 60 | 210 |
| Menor de 60 a 80 | 180 |
| Menor de 80 a 100 | 150 |
| Mayor de 100 | 120 |

kg=kilogramo; ha=hectárea.

La época de aplicación de nitrógeno es tan importante como la dosis. La planta de trigo acumula cerca de 20 % del nitrógeno al fin del amacollamiento, 70 % adicional al alcanzar el embuche-hoja bandera y el resto durante el llenado de grano.

Por lo anterior, se sugiere aplicar de 30 a 40 % del nitrógeno en presiembra, de preferencia al realizar la marca o al momento de la escarificación, si la siembra se realiza en húmedo; y el resto, en el primer riego de auxilio, en la fase de inicio de encañe, etapa a partir de la cual se incrementa fuertemente el crecimiento de la planta y con ello la necesidad de nutrimento. Aplicaciones en el segundo riego de auxilio, iniciado el espigamiento, tienen poco efecto en el rendimiento, mientras que en el tercero, el efecto es nulo, pero pueden favorecer el contenido de proteína, lo cual es importante si se recibe un sobreprecio en el grano por ello. La aplicación correcta de nitrógeno se traduce en buen amacollamiento,

mayor número de espigas por planta y de granos por espiga, y se reducen los granos con “panza blanca”.

En el caso del fósforo, los criterios para su aplicación se basan en dos formas fundamentales: a) en pruebas de campo realizadas por el agricultor, donde se evalúe si existe o no respuesta a este elemento y b) mediante análisis de suelo. Una disponibilidad estimada con el método Bray P1 menor a 10 partes por millón (ppm) se considera baja y es conveniente emplear 150 kg/ha de fosfato monoamónico (MAP) o su equivalente en otras fuentes de fósforo. De 21 a 30 se clasifica como medio y se aconseja utilizar de 100 a 120 kg/ha de MAP, mientras que una disponibilidad mayor a 30 ppm se califica alta y no se recomienda fertilizar. Su aplicación se sugiere hacer totalmente en presiembra.

En suelos calcáreos y delgados es necesario poner especial atención en la fertilización con fósforo, ya que en presencia de carbonato de calcio éste es insoluble, es decir, no aprovechable para la planta. En estos casos es favorable contar con análisis de suelo para decidir sobre la posible administración de algún mejorador a base de azufre, u otros mejoradores, previo o simultáneo con el riego de asiento, a fin de incrementar la disponibilidad del fósforo y otros nutrimentos del suelo, y reducir las dosis por aplicar.

Riegos

El agua de riego debe de manejarse en un volumen y distribución óptima y oportuna para obtener mejores rendimientos. En suelos de textura arcillosa y franco arcillosa, se recomienda suministrar los riegos en el amacollamiento, al inicio del espigamiento y en el estado acuoso-lechoso del grano, con lo cual se optimiza el número de hijuelos, espigas, granos por espiga, formación y llenado de grano y peso específico del grano. Se sugiere consultar como referencia el calendario de la Tabla 34. El número de auxilios se verá modificado del tipo de suelos y condiciones ambientales, ya que en algunos casos (suelos delgados o salinos) se requieren más de tres riegos.





Tabla 34. Calendario de aplicación de riegos en trigo para los Valles del Carrizo, del Fuerte y Guasave.

| Riego | Intervalo entre riegos (días) | Lámina de riego | | Etapa de desarrollo del trigo |
|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| | | Parcial (cm) | Acumulada (cm) | |
| Presiembra | - | 15 | 15 | - |
| 1er. Auxilio | 40-45 | 10 | 25 | Final amacollo |
| 2do. Auxilio | 25-30 | 10 | 35 | Embucho |
| 3er. Auxilio | 20-25 | 10 | 45 | Grano acuoso |

Al aplicar el primer riego de auxilio hasta la etapa final de amacollo se propicia un desarrollo uniforme y se estimula el crecimiento de la raíz; el último riego debe efectuarse cuando el grano se encuentre en un estado entre acuoso y lechoso, ya que después el rendimiento no se incrementa y, en cambio, aumenta la posibilidad de acame. Las siembras en surcos presentan ventajas sobre las melgas, pues requieren alrededor de 15 % menos lámina de riego y su distribución es más uniforme.

Manejo integrado de maleza

La competencia que ejerce la maleza sobre el cultivo de trigo reduce el rendimiento, incrementa los costos de producción y limita la productividad en los terrenos infestados. Su presencia no deja de incrementarse año con año, por lo cual se requiere una serie de prácticas manejadas en forma conjunta para su control. Dependiendo del tipo de maleza, la mayor cantidad y sus daños pueden ocurrir durante los primeros 45 días después de la siembra.

Las especies de malezas de hoja ancha que más infestan al trigo son el girasol *Helianthus annuus*, el iztafiate *Parthenium hysterophorus*, los bledos blanco y rojo *Amaranthus hybridus* y *A. retroflexus*, la lengua de vaca *Rumex crispus* (L), los chuales cenizo y cimarrón *Chenopodium album* (L). y *Chenopodium murale* (L), entre otros. Sin embargo, los zacates que sobresalen por su agresividad son el alpistillo *Phalaris minor* (Retz), la avena silvestre *Avena fatua* (L), el choneano *Echinochloa crusgalli* (L) Beau y el Johnson *Sorghum halepense* (L). Pers. Estos tres últimos ocasionan fuertes daños, ya que rápidamente superan la altura del

trigo, siendo la luz el principal factor de competencia que abate la producción; el alpechín supera hasta los 80 días al trigo y permanece verde hasta la cosecha, su competencia es por agua y nutrientes.

Los métodos de combate disponibles y utilizados en la región son los siguientes:

Mecánico. Es usual y se realiza con las labores de preparación del suelo como el barbecho, el rastreo, la escarificación y los cultivos, los cuales disminuyen la maleza siempre que la especie, grado de infestación y época de aparición, coincidan con su práctica.

Cultural. Cuando las condiciones de suelo y oportunidad permiten sembrar a “tierra venida”, este método es el mejor, pues reduce la maleza y se logra una adecuada y sana población del trigo, además de reducir costos y contaminación.

Control químico. Es práctico, rápido y efectivo, resultando algunas veces más económico; sin embargo, requiere que antes de usarlo se estime el grado de infestación y el tipo de maleza presente.

Maleza hoja ancha: Amber 75 WG (15 gramos por hectárea [g/ha]), Fullmina (1.5 litros por hectárea [l/ha]), Starane 2M (1 l/ha) y Peak 57WG (40 g/ha). Maleza hoja angosta: Topik Gold (0.75 l/ha) y Grasp 25 EC (1.2 l/ha). Complejo malezas hoja ancha y angosta: Sigma -S (500 g/ha), Topik Gold + Fullmina + Starane 2M (0.75+0.5+0.5 l/ha) y Topik Gold + Peak + Amber (0.75 l/ha+ 30 + 10 g/ha). Estos herbicidas deben aplicarse entre los 25 y 35 días de nacido el trigo, pues en este período la mayoría de la maleza emerge y posee de dos a cinco hojas; suministrarlos después implica un posible daño al trigo y la maleza tendrá mayor resistencia al herbicida, obteniéndose controles deficientes.

Efectos de los herbicidas. Al seleccionar un herbicida, el productor debe investigar si es volátil o si su empleo requiere autorización y supervisión, ya que puede provocar daños a cultivos vecinos susceptibles mediante sus vapores, deriva o arrastre, y también si posee residualidad o persistencia prolongada en el suelo que afecte a segundos cultivos como la soya, igualmente si es fitotóxico al trigo.





Plagas

El pulgón es la principal plaga en el cultivo de trigo, por lo general sus poblaciones se presentan en condiciones de temperaturas bajas y nublados, condiciones frecuentes durante el desarrollo del cultivo en el noroeste de México; poseen un ciclo de vida corto de ocho a 10 días en promedio, una elevada capacidad de reproducción en forma partenogenética (sin participación del macho) y bajo ciertas condiciones sin necesidad de llegar a la madurez (pedogénesis). Sin embargo, en muchos casos la presencia de diversos enemigos naturales, depredadores, parasitoides y entomopatógenos reducen sus poblaciones en forma natural.

Pulgón del follaje o pulgón verde de los cereales. *Schizaphis graminum* (Rondani)

El cuerpo es de 1.7 a 2 milímetros (mm) de longitud, de color verde claro con una franja verde más oscura en el centro del dorso en sentido longitudinal. Las antenas son oscuras y superan en largo la mitad del cuerpo. Las patas son del mismo color del cuerpo. Sifones bien desarrollados, más pálidos que el color del cuerpo y con ápices negros.

Ataca al trigo desde su nacimiento hasta el encañe, aunque en años benignos para su reproducción se le puede encontrar en poblaciones que requieren de su control hasta en la etapa fructificativa; en general se ubica en el envés de las hojas. Los mayores daños se observan durante las dos semanas posteriores a la emergencia de las plántulas; succiona la savia de la planta y le inyecta toxinas, las cuales producen manchas en el haz de las hojas que varían de color naranja a café. Un daño severo puede causar la defoliación e incluso matar plantas pequeñas. Es importante destruir con anticipación áreas adyacentes de zacate Johnson, su hospedero silvestre principal, en parcelas donde se establecerá trigo. El control químico solo se recomienda si se encuentra una colonia en promedio por hoja y poca fauna benéfica.

Pulgón del cogollo o del maíz. *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)

El adulto es pequeño, de aproximadamente 1 mm de largo, de cuerpo blando y forma globosa, y de un color gris verdoso a azul verdoso, por lo que también se le conoce como “pulgón verde”. Tiene antenas cortas, un poco menos largas que la mitad del cuerpo; con sífinculos y la base de los mismos de color oscuro al igual que el pigidio. Sus colonias son desarrolladas, en especial, al interior de las hojas que se encuentran emergiendo (en el cogollo) o en el follaje, incluso

en las raíces, en poblaciones elevadas, las cuales ocurren próximas a la etapa de reproducción del cultivo. El control químico se debe iniciar solo cuando existan hojas que se estén enmielando y escasa fauna benéfica; este tipo de pulgón es considerado el más resistente a los insecticidas de todos los que atacan al trigo, por lo que para su control se sugieren insecticidas sistémicos en la dosis alta sugerida en la etiqueta.

Pulgón de la espiga. Sitobion (*Macrosiphum*) avenae (F.)

Posee un cuerpo de 2 a 3 mm de longitud, de mayor tamaño que otras especies que infestan el trigo; de color verde amarillento (forma clara) o rojizo opaco a casi negro (forma oscura). Antenas marrones oscuras o negruzcas, que se extienden más allá de la base de los sifúnculos o sifones, los cuales son de color negro. El pulgón de la espiga se caracteriza por ubicarse, con preferencia, en las espigas, donde pueden generarse colonias con un gran número de individuos. La succión de savia a nivel de raquis y base de las glumas puede provocar daños significativos en los rendimientos si el ataque es severo y prolongado, principalmente en la etapa de llenado de grano. Se sugiere inspeccionar el cultivo cada cinco días durante el período de espigamiento y aplicar el control químico con un umbral de 10 pulgones por espiga y se observen ninfas chicas que indiquen un aumento de la población. A partir de grano acuoso, el umbral se eleva de 20 a 30 pulgones por espiga.

El criterio de decisión para el control de pulgones mediante control químico debe contemplar el umbral económico específico de cada especie y el estado fenológico del cultivo (Tabla 35). No obstante, antes se debe considerar de forma cuidadosa la presencia de enemigos naturales. Con base en la presencia o ausencia de estos últimos, se podrá seleccionar entre insecticidas específicos como el Pirimicarb (nombre de ingrediente activo), que tiene baja toxicidad para la fauna benéfica, otros de tipo biorracional (extractos botánicos, minerales o biológicos) o insecticidas de amplio espectro, principalmente sistémicos como Dimetoato y Tiametoxam o de contacto como Clorpirifos o Diazinón.



Tabla 35. Principales insectos que atacan al cultivo de trigo, insecticidas, dosis y épocas de aplicación.

| Plagas | Ingrediente activo e insecticida comercial* | Dosis/ha | Época de aplicación |
|----------|---|--------------|--|
| Pulgones | Pirimicarb (Pirimor® 50WG) (7d)** | 300 a 400 ml | Pulgón del follaje: al encontrar en promedio una colonia por hoja y reducida fauna benéfica. |
| | Dimetoato (Rogor® 40) (60d) | 1 a 1.5 l | Pulgón del cogollo: al encontrar hojas infestadas que se están enmielando y escasa fauna benéfica. |
| | Diazinon (Diazinon® 25 CE) (7d) | 1 a 1.5 l | |
| | Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) (21d) | 1 a 1.5 l | Pulgón de la espiga: con un umbral de 10 pulgones por espiga en promedio |
| | Tiametoxam + L. Cyalotrina (Engeo®) (14d). | 0.3 l | y con ninfas chicas que indiquen un incremento de la población. |
| | Imidacloprid + Betacyflutrina (Muralla®)(14d) | 0.3 l | |

ha=hectárea; ml=mililitro; l=litro.

* De acuerdo con el nombre comercial original en el mercado.

** (7d) Intervalo de seguridad en días a la cosecha.

Es muy probable que el gran éxito de los pulgones para sobrevivir sea la causa de que también tengan numerosos enemigos naturales que ejercen fuerte presión para regular sus poblaciones, en muchas ocasiones por debajo de los umbrales de daño económico. Entre los enemigos naturales de los pulgones hay depredadores como la crisopa, las catarinas roja, naranja y rosada, las moscas sirfide; parasitoides, principalmente la avispa lisiflebus y entomopatógenos del género *Isarya*, *Beauveria* y *Entomophthora*, este último causando epizootias y diezmando las poblaciones de dichos insectos plaga en diferentes cultivos.

La avispa *lisiflebus* afecta en dos formas a los pulgones, al reducir su capacidad de reproducción y al causar su muerte; como regla general, se sabe que cuando se detecta 20 % de pulgones momificados en una colonia, el resto, aunque se observen sanos, ya están parasitados y se convertirán en momias en el transcurso de 8 a 10 días; lo anterior es importante para tomar decisiones al momento del monitoreo de la plaga. Las avispas *lisiflebus* aparecen en el norte

de Sinaloa a partir de que las temperaturas en el día fluctúan entre 20 y 30 grados Celsius (°C) y se incrementa a partir de finales del mes de febrero; en marzo y abril presentan poblaciones elevadas en los cultivos. En dichos meses la sola presencia de lisiflebus muchas veces es suficiente para el control de los pulgones en trigo y otros cultivos.

Es importante ajustarse a la fecha de siembra sugerida, eliminar con anticipación plantas hospederas de pulgón en parcelas donde se va establecer el cultivo, sembrar genotipos con buen potencial de rendimiento y realizar una fertilización balanceada, ya que el exceso de fertilización nitrogenada provoca el incremento de aminoácidos libres en las plantas, altamente preferidos por insectos chupadores como el pulgón.

Enfermedades

La presencia de enfermedades en trigo es un factor limitante de la producción. Destacan el chahuixtle de la hoja, el carbón parcial, el chahuixtle del tallo y la punta negra.

Chahuixtle o roya de la hoja. *Puccinia recondita* (Ericks). Esta enfermedad constituye el mayor problema en el norte de Sinaloa. Temperaturas alrededor de 20°C y humedad relativa de 90 % son propicias para que el hongo infecte y se desarrolle la enfermedad. Por lo general, estas condiciones empiezan a presentarse en la segunda quincena de febrero y pueden acentuarse si ocurren días nublados y rocíos fuertes o lluvias, por lo que debe evitarse las siembras en fechas posteriores a las recomendadas.

La enfermedad se manifiesta como pústulas o lesiones redondas y ovaladas que rompen la epidermis y dejan en la superficie de la hoja un polvillo de color naranja, que son las esporas del hongo. Estas lesiones se presentan aisladas, pero en ataques fuertes pueden llegar a juntarse; causan amarillamiento y muerte de las hojas atacadas, lo cual implica una reducción en cantidad y calidad de grano, según la etapa de desarrollo vegetativo en que ocurra la infección.

Para prevenir esta enfermedad es conveniente sembrar proporciones similares de las variedades resistentes o tolerantes, conformando un mosaico balanceado de variedades; de esta forma se puede incrementar la vida útil de las variedades, a diferencia de cuando se explota una sola, pues el hongo





tiene un medio propicio para el desarrollo de nuevas razas y la vida útil de la variedad se reduce.

En caso de presentarse ataques fuertes y condiciones climáticas favorables, serán necesarias inspecciones periódicas del avance de la enfermedad y etapa de desarrollo del cultivo, a fin de ver la conveniencia de aplicar fungicidas, lo cual, aunque incrementa el costo de producción, es recuperable al reducir el daño y recuperar la producción.

Carbón parcial. *Neovossia indica* (Mundkur). El daño por este hongo se manifiesta en floración y desarrollo inicial del grano, el cual es invadido y de manera progresiva lo sustituye hasta llegar a la totalidad. El tejido exterior del grano se rompe y expone el contenido de polvo negro, que son las esporas del hongo. Los granos infectados presentan un olor característico semejante al del pescado, lo cual reduce su aceptación en la industria.

El hongo causante de esta enfermedad sobrevive en el suelo, por lo que es muy importante cumplir con las cuarentenas establecidas para evitar las infecciones a cultivos de trigo subsecuentes. Las variedades Conatrigo F2015 y Bacorehuis F2015 muestran moderada resistencia a esta enfermedad.

Chahuixtle o roya del tallo. *Puccinia graminis* Pers. f. sp *tritici* (Eriks). Durante los últimos ciclos agrícolas no se ha observado esta enfermedad en el norte de Sinaloa, gracias a que las variedades que se siembran en esta zona son resistentes al patógeno, por lo cual no representa riesgo.

Punta negra del grano. Es provocada por un complejo de hongos entre los que sobresalen *Helminthosporium*, *Alternaria* y *Fusarium*. Se caracteriza por lesiones o manchas café oscuro o negro en el ápice del grano, las cuales aparecen durante su formación, debido a humedades relativas altas que favorecen el desarrollo del complejo de hongos que lo producen. Esta enfermedad tiene poca importancia en la región, aunque en ocasiones surge en algunas variedades cuando las condiciones del clima son favorables para su desarrollo.

Control de enfermedades

Roya de la hoja, roya lineal o amarilla y tizones. Opus (o sus genéricos), 1 l/ha, o Folicur 250EW (o sus genéricos), 0.5 l/ha; Consist Max (o sus genéricos), 250 centímetros cúbicos por hectárea (cc/ha). Aplicar cuando en promedio se

tenga una severidad de 1 a 5 % de área foliar dañada en hoja más joven en etapa vegetativa y en hoja bandera hasta grano lechoso.

Carbón parcial. Tilt 250 EC (o sus genéricos), 0.5 l/ha, u Opus (o sus genéricos), 1 l/ha, al espigamiento, cuando se considere importante disminuir el riesgo de pérdidas por presencia de la enfermedad (semilla certificada, lotes de exportación) o cuando se estime que pueda existir daños significativos a la calidad (> 750 granos infectados por kilogramo).

Cosecha

Dependiendo del ciclo vegetativo de la variedad, las condiciones para la cosecha del trigo en el norte de Sinaloa se presentan alrededor de los 130 y 140 días después de la siembra. El contenido de humedad del grano al momento de la trilla debe ser de 12 a 13 %. En las variedades de trigo duro o cristalino es necesario un cuidado especial durante la trilla para evitar daños mecánicos al grano, para lo cual se debe moderar la velocidad de corte de la máquina combinada y reducir las revoluciones del cilindro de trilla.

Para mayor información dirigirse con los autores:

MC. Jaime Macías Cervantes

macias.jaime@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81505

CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte

MC. Alberto Borbón Gracia

borbon.alberto@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81911

CIRNO-Campo Experimental Norman Borloug

Dr. Edgardo Cortez Mondaca

cortez.edgardo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81507

CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte





MC. Ernesto Sifuentes Ibarra
sifuentes.ernesto@inifap.gob.mx
Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81503
CIRNO-Campo Experimental Valle del Fuerte





PRADERAS DE TEMPORAL EN EL SUR DE SINALOA

PRADERAS DE BUFFEL, PRETORIA, LLANERO Y TANZANIA

Introducción

A diferencia de los zacates, los pastos se han mantenido en la preferencia del ganadero en cuanto a explotaciones forrajeras se refiere, esto lo demuestra la información estadística que por lo regular es presentada por las instancias gubernamentales encargadas de llevar a cabo los registros. En el año agrícola 2002-2003 tuvieron una drástica caída; no obstante, en los ciclos subsiguientes han mostrado un alza gradual, incluso superando lo establecido antes de dicha caída: tan solo en los últimos años se sembraron y cosecharon 95 mil hectáreas (ha), las cuales representaron una producción total de 1,200,630 toneladas (t), arrojando con ello un valor en el mercado de \$480,935,000 millones de pesos.

Región Agroecológica

Se indica cuáles son las especies forrajeras que se deben utilizar y manejar en la Unidad de Producción. Es importante conocer, además de la cantidad de agua de lluvia, las condiciones del suelo de acuerdo con la textura, la topografía y el potencial de hidrógeno (pH) para la toma de decisiones sobre el reordenamiento del uso del suelo con las especies forrajeras a establecer en la Unidad de Producción (Tabla 36).





Tabla 36. Especies de pastos y su requerimiento agroecológico.

| Especie de pastos | Textura de suelo | Calidad del suelo | Topografía | Precipitación (mm) | pH suelo |
|-------------------|------------------------|---------------------|------------|--------------------|-----------------|
| Pretoria | Arcillosa | Mala | Mayor 3 % | 400 a 600 | Alcalino |
| Angleton | Arcillosa | Mala | Mayor 3 % | 400 a 600 | Alcalino |
| Buffel | Arcillo arenosa | Mala | Mayor 3 % | 400 a 600 | Neutro |
| Tanzania | Arcillo arenosa | Regular | Menor 3 % | 600 a 800 | Neutro |
| Mombaza | Arcillo arenosa | Regular | Menor 3 % | 600 a 800 | Neutro |
| Llanero | Arcillo arenosa | Regular | Menor 3 % | 600 a 800 | Neutro |
| Callie | Arcillo arenosa | Carcavas y zanjones | Mayor 3 % | 600 a 800 | Alcalino |
| Leguminosas | Franco-arcillo-arenoso | Buena | Menor 3% | 600 a 800 | Neutro |
| Sorgos | Franco-arcillo-arenoso | Regular | Menor 3% | 400 a 600 | Neutro-alcalino |

%= por ciento; mm=milímetros; pH=potencial de hidrógeno.

Preparación del terreno

En áreas desmontadas y que hayan sido dedicadas a otros cultivos, el terreno debe prepararse mediante dos pasos de rastra enseguida de iniciarse la temporada de lluvias. El terreno debe quedar mullido y nivelado para que la semilla germine de maneja uniforme.

Variedades

Pasto Llanero. El pasto llanero es originario del trópico seco de África. Su nombre científico es *Adropogon gayanus*, una gramínea perenne de tipo erecto, amacollado y de abundantes hojas, con crecimiento de 1.3 hasta a 2 metros (m) de altura; se adapta a regiones con precipitación pluvial por arriba de los 600 milímetros (mm) por año. Una de sus principales características es que tiene un sistema radicular extenso y profundo, lo cual permite sembrarlo en una amplia gama de suelos, entre ellos, los clasificados como franco arenosos.

También es tolerante al ataque de mosca pinta y se recupera bien cuando se aplica fuego, siempre y cuando se efectúe de manera controlada. Es un pasto que puede alcanzar una producción de 16 a 18 t/ha de forraje verde, es decir, entre 3.5 y 5 t/ha de materia seca anualmente y con un contenido de 8 a 12 por ciento (%) de proteína cruda sobre la base de materia seca. Es un pasto que se puede utilizar para heno, corte en verde y principalmente bajo pastoreo rotacional.

Pasto Pretoria 90. Es un pasto de origen africano, perenne, de tipo amacollado y tolerante al período de sequía (de ocho a nueve meses que se registra en la región); se adapta a la mayoría de los suelos pobres, calcáreos y aquellos con problemas de salinidad. Este pasto, debido a su amplio sistema radicular, ayuda a detener la erosión de los suelos y prospera bien en las regiones de temporal cuyo régimen de precipitación pluvial oscila entre 350 y 750 mm por año.

Pasto Buffel. *Cenchrus ciliaris*. Es uno de los pastos más sobresalientes en rendimiento, adaptación y tolerancia a la sequía bajo las condiciones de precipitación pluvial y tipo de suelo que se tiene en la parte central y norte de Sinaloa. Es una gramínea originaria del trópico seco de África; presenta variaciones de crecimiento tanto en altura (60 a 140 centímetros [cm]) como en amacollamiento. Es una planta perenne cuyo crecimiento es erecto y vigoroso, con un sistema radicular profundo; se reproduce por semilla y en algunas variedades también por rizomas. La producción de semilla en la variedad Común puede ser de 130 a 170 kilogramos por hectárea (kg/ha) anualmente.

Varietades: Buffel Común (T-4464), Formidable, Biloela y Molopo.

Época de siembra

La época más apropiada para el establecimiento es durante el inicio de la temporada de lluvias que por lo general ocurre en la primera quincena del mes de julio hasta mediados de agosto, pues períodos más prolongados pueden reducir la producción de forraje.

Método de siembra

Pasto Llanero. Debido a las características de la semilla (que no permite fluir por los tubos de descarga de las sembradoras) es necesario distribuir la semilla al voleo en forma manual y después pasar una rastra ligera de ramas para que la semilla no quede a más de 0.5 cm de profundidad. En áreas donde las condiciones





topográficas del terreno tienen pendientes pronunciadas o que hay troncos, o en suelos pedregosos que impiden introducir maquinaria, es necesaria la siembra mediante el método de espeque o piquete, el cual consiste en cavar un hoyo que sirve como pequeña cama de siembra para depositar la semilla en forma manual. En el momento de realizar la siembra se debe compactar el suelo con el pie, por lo que es necesario dejar entre tres y cuatro hoyos por metro cuadrado.

Pasto Pretoria 90. Se sugiere sembrar al voleo en forma manual, tapando la semilla con una rastra ligera de ramas para que la simiente no quede a más de 0.5 cm de profundidad.

Pasto Buffel. *Cenchrus ciliaris*. Si se siembra al voleo, es conveniente tapar la semilla con una rastra ligera de ramas; la semilla debe quedar en contacto con el suelo para obtener una buena germinación. Se puede sembrar en hileras adaptando la barra porta implementos con los abridores de surco separados de 60 a 80 cm y colocando tubos de PVC de 4 pulgadas de diámetro para descargar la semilla en forma manual en la parte alta del surco; no es necesario tapar la semilla.

Densidad de siembra

Pasto Llanero. Se requiere una densidad de 8 a 10 kg de semilla por hectárea, que presente de 30 a 40 % de germinación comprobada.

Pasto Pretoria 90. Una densidad de 4 a 6 kg de semilla por hectárea, con 30 a 40% de germinación comprobada, ha dado buenos resultados para su establecimiento.

Pasto Buffel. La semilla debe tener un buen porcentaje de germinación, requiriendo entre 8 y 10 kg de semilla por hectárea.

Fertilización

En áreas recién desmontadas se recomienda fertilizar hasta el segundo o tercer año en adelante. En suelos pobres de nitrógeno (N) se ha observado una respuesta productiva rápida a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados. Cuando el pasto se haya establecido sobre terrenos cultivados, previamente aplique (al inicio del temporal) de 60 a 80 kg de N/ha.

Control de maleza

Al inicio de la fase del establecimiento, la cual coincide con la temporada de lluvias, la maleza constituye el principal factor limitante para el desarrollo

de las praderas, por lo que es necesario combatir la mala hierba de hoja ancha mediante herbicidas como el 2,4-D Amina 6 en dosis de 1 a 2 litros (l) del producto comercial, mezclándolo en 300 l de agua para su aplicación con bomba manual y boquillas de abanico 8002. Las especies arbustivas se pueden combatir con Tordon 101, a razón de 2 l de material comercial, mezclado en 200 l de agua.

Control de plagas y enfermedades

Durante el establecimiento pueden surgir infestaciones de chapulines, por lo cual es necesario controlar su ataque mediante Parathion Metílico al 2%, en dosis de 25 kg/ha, aplicado en las áreas donde aparezca el insecto. Una vez establecida la pradera, el pastoreo intensivo puede dar magníficos resultados, en consecuencia, se disminuye o evita el control de maleza con productos químicos. Las enfermedades presentes no tienen efectos negativos en los rendimientos de forraje, por lo que no es necesario efectuar aplicaciones de fungicidas; sin embargo, en caso de aparecer, un pastoreo intensivo ayuda a disminuir el daño.

Cosecha

El pastoreo inicial debe ser entre los 90 y 120 días después de la siembra; a esta edad las plantas de los pastos presentan una cobertura aérea de más de 95 % y bien amacolladas.

Manejo de la pradera

Pasto Llanero. Una vez establecida la pradera, debe darse un pastoreo ligero y en los subsiguientes, un pastoreo rotacional intensivo mediante la utilización del cerco eléctrico.

Pasto Pretoria 90. Una vez establecida la pradera, debe darse un pastoreo ligero y en los subsiguientes, un pastoreo rotacional intensivo mediante la utilización del cerco eléctrico.

Pasto Buffel. En siembras realizadas durante la temporada de lluvias, la planta inicia su espigamiento y floración en septiembre y octubre, y tira la semilla; madura en los últimos días de noviembre y diciembre. En ese momento, si la pradera se estableció bien, se puede efectuar un pastoreo ligero para dar oportunidad a que haya semilla en el suelo con el fin de repoblar el sitio el año próximo. El





pastoreo debe realizarse bajo rotación y con frecuencia para evitar el desarrollo de forraje duro y de baja calidad. Los descansos programados de potreros son benéficos para la pradera porque permiten que las plantas produzcan semilla y se incremente la población de plantas por sí mismas.

Para mayor información dirigirse con los autores:

Ing. Alfredo Loaiza Meza

loaiza.alfredo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81130

Ing. Juan Esteban Reyes Jiménez

reyes.esteban@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81133

Campo Experimental Valle de Culiacán-Sur de Sinaloa

Centro de Investigación Regional del Noroeste





MIJO EN SUELOS CALCÁREOS DEL SUR DE SINALOA

MIJO PERLA FORRAJERO

Introducción

El mijo perla es originario de África, región de la cual se extendió al resto del mundo. En África y Asia se utiliza como alimento humano y forraje, mientras que en el continente americano se siembra principalmente para forraje y para la alimentación de aves de ornato. Es un cultivo que prospera en condiciones de sequía y en áreas de disponibilidad limitada de agua de riego, en donde otros cultivos como el maíz o el sorgo no progresan o generan rendimientos bajos. En México casi no se conoce su cultivo, su tecnología de producción, ni su potencial productivo.

Preparación del terreno

Con anticipación al temporal, conviene desbrotar, juntar y quemar la maleza y los restos de la cosecha anterior. Para obtener una buena cama de siembra y mayores probabilidades de éxito, el período de lluvias debe aprovecharse al máximo. A fin de optimizar la humedad, es necesario realizar una preparación temprana, “en seco” (durante los meses de mayo y junio, lo que implica el uso de maquinaria para efectuar el barbecho o subsuelo), y posteriormente rastrear.





Subsuelo o cinceleo. Se justifica realizar esta labor de preparación en suelos planos o con una pendiente no mayor de 3 %; el implemento que se utiliza es el arado de rejas o multiarado, el cual no invierte el perfil del suelo y, por ende, se conserva su porosidad en lugar de destruirla, como en el caso del barbecho del arado de discos. Se recomienda emprender esta tarea cuando el suelo tenga humedad, después de una lluvia.

Rastreos. Se inicia con el primer rastreo después de efectuar el subsuelo y una vez que se disponga de humedad, de preferencia cuando haya emergido el pelillo; asimismo, se lleva a cabo si las condiciones de humedad del suelo son adecuadas y con esta labor se haya logrado desterronar y hacer una buena cama de siembra. En caso de que los terrones sean demasiado grandes se recomienda realizar un segundo rastreo antes de comenzar la siembra. Es importante que el suelo esté suficientemente mullido porque la semilla de mijo perla es pequeña (3 mm de diámetro), la cual no emergerá si se deposita en una cama de siembra con terrones grandes.

De ser posible, el terreno se debe emparejar o nivelar con cuadro de madera o fierro, lo cual ayuda a que exista una mejor distribución del agua de lluvia en el suelo. Es necesario orientar los surcos en sentido perpendicular a la pendiente para evitar el arrastre de suelo por efecto de la lluvia.

Variedades

El INIFAP en el Noreste de México ha evaluado híbridos y variedades forrajeras de mijo perla su ciclo es un poco más precoz que el de maíces y sorgos forrajeros adaptados en la región. El INIFAP en Sinaloa ha validado en condiciones de temporal las variedades liberadas en el Noreste y son tipificadas como genotipos doble propósito y forrajeras. Las características de estos materiales son las siguientes:

MF3. Es una variedad forrajera de ciclo tardío de buena adaptación en la zona, florece a los 58 días después de la siembra, presenta una altura de 2.8 a 3.3 metros (m) y produce de cuatro a seis hijuelos por planta. Es de alto potencial en la producción de forraje y, dependiendo de la humedad disponible, pueden hacerse dos cortes. Con una precipitación de 350 a 450 milímetros (mm) puede alcanzar un rendimiento de 22 toneladas por hectárea (t/ha) de forraje verde y de 7 a 10 t/ha de materia seca, en un solo corte durante la etapa de grano lechoso masoso.

MDP13. Es una variedad de doble propósito (grano y forraje) y alcanza una altura de 2 a 2.2 m y florece en la región a los 50 a 55 días después de la siembra, produce de cuatro a seis hijuelos por planta y se adapta a condiciones de temporal y riego. El potencial de rendimiento de forraje en temporal es de 6 a 10 t/ha de materia seca, según el manejo y la magnitud de la precipitación.

Ventajas de mijo perla

El mijo perla tiene diversas ventajas como cultivo, a saber:

- Es tolerante a la sequía y a la salinidad.
- Es poco preferido por el pulgón amarillo del sorgo.
- El grano y el forraje tienen un valor nutritivo similar al maíz; es adecuado para la elaboración de tortillas y tamales o como elemento de alimentos concentrados.
- Es eficiente en el uso del agua.
- Presenta alto rendimiento de forraje por hectárea, ya que permite varios cortes si la humedad y la temperatura del suelo son adecuadas.
- Es tolerante a alta temperaturas.
- Se adapta a suelos de fertilidad pobre.
- Presenta flexibilidad para su utilización (se puede cortar o pastorear antes de la floración).
- Tiene una capacidad de rebrote después del corte.
- No acumula sustancias tóxicas (Ácido cianhídrico).

Época de siembra

El período de siembra comprende desde el establecimiento de lluvias (julio) hasta el 15 de agosto. Para aprovechar mejor el temporal se recomienda iniciar la siembra en el mes de julio con las variedades de ciclo más largo si su utilización es planeada para ensilaje; en contraste, si se emplea para heno o pastoreo, se pueden sembrar de forma indistinta las variedades de ciclo intermedio y tardío.





El mijo perla es una especie que crece rápido en el verano, época de días largos con más de 12 horas luz.

Método de siembra

Debe sembrarse en suelo húmedo, al fondo del surco y a chorrillo, y se sugiere depositar la semilla a una profundidad de 3 a 4 centímetros (cm). La profundidad de siembra es uno de los factores más importantes a considerar para lograr el éxito de una buena siembra, pues el tamaño de la semilla impide que se pueda sembrar más profundo como se hace con el sorgo. La separación entre surcos más recomendable es de 60 cm, aunque se puede sembrar desde 50 hasta 70 cm, dependiendo del tipo de maquinaria disponible.

La siembra también puede realizarse en suelo seco, en particular, en aquellos suelos que sean arcillosos o que no se encostren después de la lluvia, planos o semiplanos y que no estén muy infestados de maleza; de esta forma, la germinación se presentará con la primera lluvia fuerte. Es necesario también que, se utilicen exclusivamente variedades de ciclo tardío. La siembra mecánica se efectúa con sembradora de precisión o con sembradora triguera, pero también se puede sembrar con sembradora de labranza cero que disponga de control de la profundidad de la siembra.

Asimismo, la siembra se puede realizar sobre suelo húmedo una vez establecido el temporal: ésta puede efectuarse en surcos a las mismas distancias indicadas con anterioridad o al voleo, después del paso de la rastra en el último rastreo, empleando una cantidad mayor de semilla (8 a 10 kilogramos por hectárea [kg/ha]).

El tratamiento de la semilla para la siembra es una buena práctica: se favorece una mejor germinación sin tener daño por plagas del suelo. La dosis aconsejada es de 1 litro (l) de Semevín por 100 kg de semilla; esta práctica debe efectuarse inmediatamente antes de la siembra.

Densidad de siembra

La cantidad de semilla recomendada para la siembra de mijo perla es de 6 kg/ha en siembras en surcos a 70 cm y de 8 a 10 kg/ha en siembras al voleo. Es necesario que la semilla tenga una germinación mínima de 85 %, con lo cual se obtendrá una población de 500 a 600 mil plantas por hectárea, respectivamente.

Fertilización

Se sugiere hacer una aplicación total en presiembra o al momento de la siembra, mediante la fórmula 70-00-00; utilizar como fuentes de nitrógeno (N) la urea (46 % N) y el sulfato de amonio (20.5 %).

Control de maleza

El control de malezas es de suma importancia para el adecuado crecimiento del cultivo, sobre todo en siembras realizadas en surcos. Debido a que en las primeras etapas de desarrollo el mijo es lento (las primeras tres semanas de su establecimiento), resulta indispensable el control de malezas para que su rendimiento no se afecte. Una estrategia para el control de la maleza es sembrar en surcos angostos (60 cm), con lo cual el follaje del cultivo sombrea los espacios de los entresurcos y disminuye el crecimiento de la maleza. Además, se puede realizar escardas mecánicas a los 35 días después de la siembra para favorecer el control de la maleza y llevar a cabo la fertilización en caso de que no se haya efectuado.

En la región se ha empleado la atrazina en preemergencia, a una dosis de 0.5 l/ha, con buenos resultados y sin dañar el cultivo de mijo perla. En aplicaciones postemergentes se ha manejado el herbicida Esteron plus en dosis de 0.75 a 1 l/ha, disuelto en 200 l de agua si se realiza con aspersora de tractor o con 350 l de agua si se hace con mochila. Es muy importante calibrar el volumen de agua necesario para mojar 1 ha según sea el equipo de aspersión.

Control de plagas

Gusano cogollero. *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Es una de las principales plagas que atacan al cultivo de mijo perla en el sur de Sinaloa. El gusano ataca en las primeras etapas de crecimiento: empieza a comer follaje preferentemente en el cogollo, en donde se observa el excremento. El daño de este insecto retrasa el crecimiento de las plantas e incluso en etapas muy tempranas puede ocasionar la muerte y mermar de forma notable la población y, en consecuencia, afectar el rendimiento de forraje por hectárea. La aplicación del insecticida Semevín (Thiodicarb) 1 l/100 kg de semilla, protege los primeros 15 días de emergencia de la plántula. Para el control del gusano cogollero en el follaje se aplican Clorpirifos o Cipermetrina 0.5 l/ha; en ambos casos se deben





mezclar en el agua suficiente, previa calibración del equipo de aspersión. Antes de la aplicación es recomendable considerar el umbral económico de la plaga.

Gusano soldado. Es de color verde pálido o pardo oscuro, con tres bandas dorsales de un pardo más oscuro. Tiene una banda lateral amarilla en cada lado. Infestaciones severas de este gusano ocurren después de fuertes lluvias, inundaciones y sequías posteriores a fuertes lluvias.

El control químico del gusano soldado puede realizarse con 1 l de Parathión metílico o 0.75 kg/ha de Orthene. Estos productos deben diluirse en 200 l de agua para aspersora de tractor o en 300 l si la aplicación es con aspersora manual.

Chinche verde. Es una chinche grande de 19 mm de largo. Las hembras que invernan depositan entre 300 a 500 huevos en grupos de 30. La incubación ocurre en alrededor de 7 días y el estado adulto se alcanza en cerca de 6 semanas. Generaciones repetidas ocurren a intervalos de 5 a 6 semanas. Los adultos viven de 40 a 60 días o todo el invierno. El daño causado es el resultado de la succión de la savia de los granos en desarrollo y de las ramas del raquis. Las semillas dañadas rara vez muestran un desarrollo completo y son considerablemente más pequeñas, suaves y de menor peso que las no dañadas. Es conveniente que la chinche se controle en la etapa de floración a llenado de grano con el insecticida Cipermetrina, a razón de 0.5 l/ha diluidos en 200 l de agua para aspersora de tractor o en 300 l si la aplicación es con aspersora manual.

Pulgón amarillo. En la actualidad esta plaga no representa ningún peligro para el buen desarrollo del cultivo de mijo perla: en siembras realizadas en la región desde febrero de 2014 de manera consecutiva (verano e invierno), no se han registrado daños. Las observaciones en campo indican que dicha tolerancia está relacionada con la poca preferencia del pulgón al mijo perla, pues si bien su presencia es nula, no alcanza a desarrollar las colonias como sucede en los sorgos. Dicha tolerancia es lo que hace más atractivo a los productores que tradicionalmente siembran sorgo como fuente de forraje en temporal.

Control de enfermedades

Las variedades sugeridas son tolerantes a las enfermedades del follaje y en caso de presentarse, no resulta económico el control químico. A la fecha no se han identificado enfermedades foliares y radicales que limiten su productividad.

Cosecha

El forraje de mijo perla se puede cosechar en diferentes etapas fenológicas y grados de madurez de la panoja, es decir, desde la floración, incluso en embuche, hasta la etapa de grano lechoso masoso, según sea el propósito de utilización: henificado o ensilado.

Cuando se corta el forraje en etapas tempranas de embuche o floración, la calidad nutritiva del forraje es óptima; es recomendable realizar el corte a 15 cm del ras del suelo, con el propósito de dejar reservas para que pueda rebrotar; si se cosecha el forraje para heno en la etapa de madurez del grano, el mijo no rebrotará. Es conveniente moler el heno de mijo a fin de evitar pérdidas de forraje por desperdicio de tallos cuando se ofrece de manera entera.

El pastoreo se utiliza en etapas tempranas de floración y llenado de grano, se procura dejar un residuo de forraje de 20 a 30 cm de altura para inducir el rebrote de los siguientes pastoreos.

Las variedades para ensilaje se cosechan cerca de los 85 días después de la nacencia, cuando el grano está en estado lechoso-masoso y su contenido de humedad presenta entre 70 y 75 %. El indicador para ensilar es cuando la mayoría de las plantas han llenado sus panojas.

Método de ensilaje

Este método de conservación consiste en ensilar el forraje cuando la planta está verde y el grano del sorgo están en estado lechoso-masoso, lográndose conservar hasta 80 % de los nutrientes y la succulencia del forraje.

Ventajas del ensilaje:

- Se aprovecha mejor el forraje producido en el período de lluvias.
- Se dispone de forraje succulento cuando en el período de sequía escasean las pasturas.
- Se destinan al ensilaje especies forrajeras de alto rendimiento, lo cual da la oportunidad de mantener un mayor número de animales.





- Los forrajes “duros” en el proceso de fermentación se “reblandecen” y son mejor aprovechados al aumentar su digestibilidad.

Tipos de silos y su construcción

Existen diversos métodos de ensilar las pasturas; sin embargo, para las condiciones de temporal del sur de Sinaloa es conveniente construir silos tipo “trinchera” o tipo “aéreo” o “torta”; ambos son eficientes.

Silos tipo “trinchera”. Se asemejan a una “canao”, donde las paredes laterales, talud y piso son planos; la construcción de un silo de este tipo no requiere de materiales costosos, sino únicamente una excavación con máquina pesada y seguir las recomendaciones siguientes:

- Seleccionar un sitio con una inclinación de piso en el sentido de la pendiente para facilitar un drenaje natural.
- El terreno debe ser firme, compacto y con buen drenaje.
- Construir el silo cerca del corral donde comen los animales para facilitar el acarreo.

Silos tipo “aéreo” o “torta”. No requieren la construcción de la fosa, sino solo seleccionar y limpiar el área donde se necesite ensilar, su eficiencia es tan buena como los de “trinchera”.

Dimensiones y capacidad de los silos

El tamaño del silo se calcula en función de la cantidad de animales y el período de su alimentación; la estimación considera lo siguiente: a) un animal adulto (vaca o toro) consume cerca de 30 kg de ensilado diario, b) dos becerros de nueve a 15 meses de edad equivalen a un adulto, c) cinco becerras o terneros de tres a ocho meses consumen lo de un animal adulto y d) 1 metro cúbico (m³) de ensilado pesa 600 kg.

Para determinar la capacidad de un silo, se cita el ejemplo siguiente: un productor cuenta con 20 vacas, 10 becerras o terneros y seis becerros, y necesita alimentarlos durante 180 días. Con los datos anteriores, el productor contará con 25 animales adultos; por lo tanto, las necesidades diarias de forraje serán de $25 \times 30 \text{ kg} = 750 \text{ kg}$, es decir, en un período de 180 días deberá de disponer de 135 t.

La capacidad del silo en metros cúbicos será de 135 t divididas en 600 kg; resultará entonces la necesidad de construir un silo con una capacidad de 225 m³.

Un silo de “trinchera” normal deberá medir 4 m de ancho en la parte de arriba y 3 m de ancho en la parte de abajo, con una profundidad de 2 m. Para obtener un buen ensilado tanto en los silos de “trinchera” como en los “aéreos” y no correr riesgo de pérdidas por la acción de microorganismos dañinos, se aconseja efectuar las siguientes actividades:

Picado del forraje

Cortar el forraje para el ensilaje alrededor de los 90 días después de la siembra, en la etapa de grano lechoso-masoso y cuando el forraje contenga de 30 a 35 % de materia seca; utilizar una picadora de forraje que corte a una altura de 15 a 20 cm del ras del suelo, en trozos de 2 a 5 cm; trozos mayores dificultan la extracción del ensilado para su uso.

Llenado del silo

Es importante llenar el silo lo más rápido posible para evitar pérdidas por efectos del aire y el sol. Un silo con una capacidad de 200 t de forraje debe llenarse entre 5 y 7 días; si la producción de forraje es superior a este volumen es preferible construir otro silo adicional.

Apisonado del forraje

Depositar el forraje en capas uniformes de 30 a 50 cm y apisonarlo cerca de 20 minutos, de preferencia, con un tractor de llantas de hule, enseguida de haberlo tirado al silo. A medida que el silo se llene, es conveniente apisonarlo por las mañanas antes de depositar una nueva capa de forraje, con la finalidad de uniformizar la humedad.

Tapado del silo

Proporcionar un apisonado final durante 30 minutos e inmediatamente tapar el silo con plástico negro, colocando encima una capa de tierra suelta de alrededor de 5 cm, con la intención de evitar la entrada de agua y aire que son, entre otros, factores que destruyen el ácido láctico del forraje y reduce la calidad del ensilado.





Utilización del forraje

Emplear el forraje a los 30 días después de haberse realizado el ensilaje, al percibir un olor agradable, aromático, apetitoso y listo para ser consumido por los animales. Se recomienda aprovechar el ensilaje para alimentar principalmente a las vacas productivas en el período de sequía (enero-junio) y en segundo término el resto del hato.

El comienzo del uso del ensilado está definido por la disponibilidad de forraje encontrado en las praderas y potreros; no obstante, de manera general se aprovecha a partir de enero. Se estima que el consumo debe ser de 25 a 30 kg, es decir, de 9 a 10 kg de materia seca por unidad animal/día (vaca productora de un peso de 400 kg). Debido a que un animal adulto necesita 900 kg de ensilado al mes, la superficie destinada a la producción de mijo para este fin está en relación al número de animales del hato que será alimentado durante el período de sequía (6 meses).

Para mayor información dirigirse con los autores:

Ing. Juan Esteban Reyes Jiménez

reyes.esteban@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81133

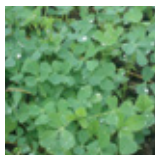
Ing. Alfredo Loaiza Meza

loaiza.alfredo@inifap.gob.mx

Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81130

Campo Experimental Valle de Culiacán-Sur de Sinaloa

Centro de Investigación Regional del Noroeste



ALFALFA

Introducción

Origen. La alfalfa tiene su área de origen en Asia Menor y sur del Caúcaso, abarcando países como Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán y Pakistán. Los persas introdujeron la alfalfa en Grecia y de ahí pasó a Italia en el siglo IV a. C. La gran difusión de su cultivo fue llevada a cabo por los árabes a través del norte de África, llegando a España donde se extendió a toda Europa.

Botánica. La alfalfa pertenece a la familia de las Fabaceae, cuyo nombre científico es (*Medicago sativa*). Se trata de una planta perenne o anual, vivaz y de porte erecto.

Raíz. La raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5 metros [m] de longitud), con numerosas raíces secundarias. Posee una corona que sale del terreno, de la cual emergen brotes que originan los tallos.

Tallos. Son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias; además, son muy consistentes, por tanto, es una planta muy adecuada para la siega.

Hojas. Son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas. Los márgenes son lisos y con los bordes superiores ligeramente dentados.





Flores. La flor característica de esta familia es la de la subfamilia Faboideae. Son de color azul o púrpura, con inflorescencias en racimos que nacen en las axilas de las hojas.

Fruto. Es una legumbre indehiscente sin espinas que contiene entre dos y seis semillas amarillentas, arriñonadas y de 1.5 a 2.5 milímetros (mm) de longitud.

Importancia económica y distribución geográfica

Se trata de un cultivo muy extendido en los países de clima templado, semiáridos, áridos y del trópico seco. La ganadería intensiva es la que ha demandado de forma regular los alimentos proveídos por la industria, dando lugar al cultivo de la alfalfa, cuya finalidad es abastecer la industria de forrajes. La relevancia del cultivo de la alfalfa va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales hasta la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes en las rotaciones de las que forma parte.

Requerimientos edafoclimáticos

Radiación solar. Es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de la alfalfa, pues el número de horas de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región. La radiación solar favorece la técnica del henificado en campo en las regiones más cercanas al ecuador y dificulta el secado en las regiones localizadas más al norte.

Temperatura. La temperatura óptima de crecimiento para la alfalfa se ubica en el intervalo de 21-27 grados Celcius (°C), mientras que la temperatura absoluta va de los 5 a 45°C, límites una vez superados provocan detención del crecimiento. La semilla de alfalfa germina mejor en temperaturas de suelo entre los 18-29 °C; entre los 4 y 18 °C se ha observado una rapidez en la germinación que va de los seis a los dos días respectivamente.

Salinidad. La alfalfa es muy sensible a la salinidad, cuyos síntomas comienzan con la palidez de algunos tejidos, la disminución del tamaño de las hojas y finalmente la parada vegetativa con el consiguiente achaparrado. El incremento de la salinidad induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea; no obstante, se han generado alfalfas tolerantes a la salinidad.

Tipo de suelos. La alfalfa requiere suelos profundos y bien drenados, aunque se cultiva en una amplia variabilidad de ellos. Los suelos con menos de 60 centímetros (cm) de profundidad no son aconsejables para este cultivo.

Preparación del terreno

Las labores de preparación del terreno se inician con un subsuelo (para remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas) para mejorar las condiciones de drenaje y aumentar la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Esta tarea es muy importante en el cultivo de la alfalfa, pues favorece que sus raíces, las cuales son muy profundas, penetren con facilidad.

A continuación se lleva a cabo el rastreo (de dos a tres) con el propósito de desmoronar los terrones en caso de que el terreno sea de textura arcillosa; posteriormente, se efectúa la nivelación del terreno para disminuir el encharcamiento debido al riego y eliminar las malas hierbas existentes.

Se recomienda intercalar las labores con aplicaciones de abonos y enmiendas, realizadas al mismo tiempo que los gradeos, a fin de mezclar los fertilizantes con la tierra y homogeneizar su distribución.

Variedades recomendadas para Sinaloa

Cuf-101, Excelente, Velluda peruana, Salino, Gexex 9890, Genex 9680, RUVA-1096, RUVA-1097 y RUVA1010.

Siembra

Los métodos de siembra son al voleo o con sembradoras específicas de fabricantes.

Época de siembra

En regiones del norte-centro del estado de Sinaloa la siembra se realiza en otoño (octubre). La planta desarrolla su sistema radicular, almacena las reservas y, a partir de la primavera siguiente, la explotación está en un nivel alto de producción.

Dosis de siembra

En siembras se recomienda utilizar de 22 a 25 kilogramos (kg) de semilla por hectárea, con la intención de obtener una densidad y cobertura óptimas para el





cultivo. Si la semilla de la cual se dispone es peletizada, se requieren de 45 a 50 kg de semilla por hectárea para una buena cobertura.

Profundidad de siembra

Depende del tipo de suelo: en terrenos pesados la profundidad comprende entre 1 y 1.25 cm, mientras que en terrenos ligeros o arenosos, ésta no debe superar los 2.5 cm.

Riego

La cantidad de agua aplicada está en función de la capacidad de retención del agua por el suelo, de la eficiencia del sistema de riego y de la profundidad de las raíces. En primavera, la demanda de agua es elevada y en invierno es escasa; las pérdidas de agua son excesivas sólo durante los períodos en que las tasas de evaporación son altas y las tasas de crecimiento son bajas. En las áreas de riego y en los meses de marzo-junio, en definitiva, el riego proporciona seguridad para una producción de heno o pasto durante la estación seca. La alfalfa requiere la administración hídrica de forma fraccionada, ya que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo. En caso de riego por inundación, el aporte de agua es de 1000 metros cúbicos por hectárea (m^3/ha); mientras que en riego por aspersión es de 880 m^3/ha .

Fertilización

Se aplicará una fertilización nitrogenada al voleo o mediante la incorporación del fertilizante en el último paso de rastra con anterioridad a la siembra, ya que es muy importante para el crecimiento de la planta y es esencial para la nodulación.

La presencia de manganeso y aluminio reduce el crecimiento de las plantas, lo cual afecta de modo negativo el desarrollo de las raíces. Estos microelementos pueden ser incorporados en los riegos mediante fertilizantes líquidos o granulados, según su disposición en el mercado local. Entre el fósforo y el aluminio se produce una interacción negativa: la presencia de aluminio libre en el suelo disminuye la cantidad de fósforo disponible.

Nitrógeno

En condiciones óptimas de cultivo, cuando el potencial de hidrógeno (pH) no es muy ácido y no existe déficit de algún elemento esencial, la alfalfa obtiene el

nitrógeno (N) por las bacterias de sus nódulos. Sin embargo, durante el estado vegetativo de las plántulas, éstas requieren nitrógeno del suelo hasta que se formen los nódulos y comience la fijación. Por tanto, se debe abonar entre 40 y 45 kg de N/ha; cantidades mayores producen un efecto negativo al inhibir la formación de nódulos.

Fósforo

La fertilización fosfórica es muy importante en el año de establecimiento del cultivo, pues asegura el desarrollo radicular. Como el fósforo se desplaza muy lentamente en el suelo, se recomienda aplicarlo en profundidad, incluso en el momento de la siembra con la semilla. En alfalfas establecidas en suelos arcillosos y profundos, la dosis sugerida de fondo para todo el ciclo de cultivo es de 100 a 150 kg/ha, con un previo análisis de suelo.

Potasio

La alfalfa requiere grandes cantidades de este elemento, pues de él depende la resistencia a la sequía y almacenamiento de reservas. Se recomienda aplicar fertilizante potásico de fondo antes de la siembra, junto con el fósforo. En suelos pobres es conveniente una fertilización potásica de fondo de 200 a 250 kg/ha.

Control de maleza

El control de la maleza durante la nacencia del cultivo se realiza a través de las técnicas culturales adecuadas. En los cultivos establecidos, la invasión de la maleza se produce antes del brote, debilitando a la alfalfa y retrasando su crecimiento. La maleza de verano perjudica a los alfalfares de riego, siendo las más perjudiciales las gramíneas perennes del verano tipo gramas, las cuales se desarrollan bien con las elevadas temperaturas de dicha época. Si el cultivo se destina a la producción de heno o a la deshidratación, el tratamiento herbicida se propone durante el segundo corte (Tabla 37). El empleo de herbicidas depende del tipo de maleza y del estado vegetativo de la alfalfa.





Tabla 37. Herbicidas, dosis y época de aplicación para controlar maleza en alfalfa.

| Época de aplicación | Hierbas controladas | Materia activa | Dosis/ha | Forma de aplicación |
|----------------------------|--|--|-------------------------|---|
| Presiembra | Gramíneas y anuales de hoja ancha | Carbetamida Propyzamida Trifluralina | 3-5 l 1-3 l | Incorporado en el laboreo. Dos aplicaciones en invierno y primavera. |
| Postemergencia | Cirsium, Carduus, Chenopodium, Polygonum | 2.4-DB | 2-4 l | Aplicar cuando la alfalfa tiene menos de dos hojas trifoliadas. |
| Alfalfares ya establecidos | Gramíneas perennes | Dalapon Asulam 2.4-DB | 3-5 l 3-4 l 4-5 l | Aplicación directa después del último corte. El 2.4-DB se aplica en invierno. |

l=litro; ha=hectárea.

Tratamientos de presiembra

Disminuyen la aparición de maleza antes de la emergencia de las plántulas de alfalfa, permitiendo la robustez de éstas antes de entrar en competencia. Se trata fundamentalmente de gramíneas perennes rizomatosas como *Cynodon dactylon*, *Agropyron repens* y *Sorghum*.

Tratamientos de postemergencia durante el primer corte

La alfalfa posee sus primeras hojas verdaderas, resultando menos susceptibles a los tratamientos herbicidas.

Tratamientos en alfalfares ya establecidos

Una vez que el alfalfar está invadido por malas hierbas o éstas invaden la plantación por debilidad de las plantas de alfalfa en cualquier época del año, la caída de la producción y la degeneración del alfalfar se producen rápidamente. El manejo adecuado del cultivo mediante siegas facilita el control sobre la maleza.

Control de plagas

Pulgones. *Aphis medicaginis*, *A. laburni*, *Terioaphis maculata*, *T. trifoli*, *Acyrtosiphon pisum*. Son insectos chupadores de cuerpo globoso que extraen la savia, depositando toxinas que necrosan los tejidos circundantes. Además, segregan un jugo azucarado que impregna a la planta y supone un caldo de cultivo para los hongos, lo cual puede modificar el sabor del forraje, haciéndolo poco apetecible para el ganado. Para el control químico, en la Tabla 38 se muestran las materias activas, dosis y presentación de productos.

Tabla 38. Materias activas, dosis y presentación de productos.

| Materia activa | Dosis/ha | Presentación del producto |
|--------------------|--------------|---------------------------|
| Carbaril 50 % | 0.20-0.30 % | Polvo mojable |
| Cipermetrina 10 % | 0.05-0.10 % | Concentrado emulsionable |
| Deltametrina 2.5 % | 0.030-0.05 % | Suspensión concentrada |
| Esfenvalerato 5 % | 0.30 l | Concentrado emulsionable |
| Malation 4 % | 20-25 kg | Polvo para espolvoreo |

%=por ciento; l=litro; ha=hectárea; kg=kilogramo.

El control biológico se lleva a cabo mediante una avispa (*Trioxys complanatus*), la cual deposita los huevos dentro del pulgón donde se desarrolla su larva, produciendo la muerte del mismo.

Chinche de la alfalfa. *Nezara viridula*, *Lygus pratensis*. Son heterópteros de color verdoso que ocasionan daños en yemas y caída de flores, pudiendo llegar a reducir la producción de semilla en 50 %. Para su control se emplea Endosulfan a dosis de 1 kg/ha.

Trips. *Frankliniella* spp. Son insectos muy pequeños que se alimentan de las células de las plantas y que al romper los tejidos producen manchas blanquecinas en las hojas, peciolo y yemas. Se recomienda Cipermetrin 5 % + Malation 70 % como concentrado emulsionable a dosis de 0.10 a 0.15 %.

Control de enfermedades

Roya de la alfalfa. *Uromyces striatus*. Es una enfermedad típica de zonas cálidas y, aunque no produce la muerte de la planta, afecta la producción y la calidad del forraje. Los síntomas se manifiestan fundamentalmente en las hojas,





apareciendo pústulas marrones o pardas de hasta 0.5 mm de diámetro, en cuyo interior se encuentran las esporas. Para combatirla se procede a un corte precoz.

Viruela de las hojas. *Pseudopeziza medicaginis*. Es similar a la roya, ataca en particular a las plantas jóvenes y sus hojas inferiores. Los síntomas se manifiestan con manchas redondas y de color pardo en las hojas. Para combatirla se procede a un corte precoz.

Mildiú de la alfalfa (*Peronospora trifoliorum*). No es una enfermedad muy frecuente pero su ataque resulta especialmente peligroso en el establecimiento. Los foliolos amarillean con aspecto variegado y el envés llega a adquirir un color grisáceo si las condiciones ambientales son húmedas.

Antracnosis. *Colletotrichum trifolli*. Este hongo ataca las partes aéreas de la planta, sobre todo a los tallos, alcanzando incluso el cuello. Aparecen manchas fusiformes de color oscuro y negras en el centro, impidiendo el movimiento de agua y nutrientes, dando lugar a la muerte de las partes aéreas superiores. Esta enfermedad es más común en alfalfares ya establecidos que en los recién sembrados y, en especial, en los últimos cortes; para su control se sugiere realizar un corte temprano.

Marchitez bacteriana. *Corynebacterium insidiosum*, *Pseudomonas medicaginis*. Las plantas atacadas por *Corynebacterium insidiosum* presentan síntomas de detención del crecimiento de la punta del tallo y amarilleamiento al segundo o tercer año del establecimiento. Las plantas enfermas producen un gran número de tallos finos y de escaso vigor, y la infección se extiende por todo el tejido vascular. Respecto a *Pseudomonas medicaginis*, se trata de una marchitez del tallo muy extendida que se presenta como manchas marrones en forma lineal, sobre las cuales surgen gotas del exudado bacteriano. Esta enfermedad está relacionada con las heridas al segar o por heladas tardías. No existe un tratamiento eficaz contra esta enfermedad, pero se deben tomar medidas preventivas como es una fertilización adecuada, buen manejo y realizar los cortes en épocas secas.

Virus del mosaico. Los síntomas se manifiestan por la aparición de manchas amarillentas intervenosas en las hojas durante la primavera y el otoño. Las medidas de control se basan en reducir la presencia de pulgones transmisores de virus, así como el empleo de semillas certificadas.

Cosecha

Frecuencia del corte. Ésta varía según el manejo de la cosecha, el cual es un criterio muy importante, junto con la fecha del último corte, para la determinación del rendimiento y la persistencia del alfalfar. Los cortes frecuentes implican un agotamiento de la alfalfa y como consecuencia una reducción en su rendimiento y densidad.

Cuanto más avanzado es el estado vegetativo de la planta en el momento de defoliación, más rápido tiene lugar el rebrote del crecimiento siguiente. En las regiones cálidas, la alfalfa se corta con 10 % de floración en otoño, mientras que en primavera y a principios de verano, con el 15% de floración. El rebrote depende del nivel de reservas, éstas se reducen cuando los cortes son frecuentes.

Altura de corte

El rebrote no depende solamente de las reservas de carbohidratos de la raíz sino también de la parte aérea residual. La alfalfa cortada alta deja en la planta tallos ramificados y yemas que permiten el rebrote continuado. La altura de corte resulta un factor crítico si se corta frecuentemente en estados tempranos de crecimiento, pues implica una disminución en el rendimiento y en la densidad de plantas del alfalfar a causa de las insuficientes reservas acumuladas en los órganos de almacenamiento.

Aprovechamiento de la alfalfa

En verde. La alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad y digestibilidad, pero conlleva gastos importantes tanto en mecanización como en mano de obra. Con el pastoreo directo sucede lo contrario, pues constituye la forma más económica de aprovechamiento de una pradera, junto al pastoreo rotacional.

Ensilado. Es un método de conservación de forrajes por medios biológicos, siendo muy adecuado en regiones secas, semiáridas y del trópico seco, cuya principal ventaja es la reducción de pérdidas tanto en siega como en almacenamiento. La posibilidad de ensilar la alfalfa facilita la conservación de los primeros y últimos cortes (realizados durante el invierno y la primavera). A fin de obtener un ensilado de calidad, el forraje debe contener un porcentaje elevado en materia





seca (30-40 %) y estar bien picado para conseguir un buen apisonamiento en el silo.

Henificado. El uso de la alfalfa como heno es característico de regiones con elevadas horas de radiación solar, escasas precipitaciones y elevadas temperaturas durante el período productivo. El proceso de henificado implica cambios físicos, químicos y microbiológicos que producen alteraciones en la digestibilidad de la materia orgánica del forraje respecto al forraje verde. Es aconsejable que el proceso de henificación conserve el mayor número de hojas posible, ya que éstas son las partes más digestibles; en consecuencia, su pérdida originaría la reducción del valor nutritivo y, por tanto, de la calidad. El período de secado depende de la duración de las condiciones climáticas (temperatura, humedad y velocidad del viento), de la relación hoja/tallo (es más lento a mayor proporción de tallos) y del rendimiento (el incremento del rendimiento por hectárea aumenta la cantidad de agua a evaporar).

Para mayor información dirigirse con el autor:
MC. Daniel González González
gonzalez.daniel@inifap.gob.mx
Tel. 01 55 3871 8700 ext. 81403
Campo Experimental Valle de Culiacán
Centro de Investigación Regional del Noroeste



Abreviaturas y simbología

| | |
|--------------------|---|
| °C | grado (s) Celsius |
| % | por ciento |
| ® | marca registrada |
| cc | centímetro (s) cúbico (s) |
| CC | Humedad del suelo a Capacidad de Campo |
| CEVAF | Campo Experimental Valle del Fuerte, de INIFAP |
| cm | centímetro (s) |
| CR | Criterio de Riego |
| Dosis/ha | Cantidad de un producto en una hectárea |
| dS | decisiemens |
| g | gramo (s) |
| g/ha | gramo(s) en una hectárea |
| GD | Grados Día o unidades calor |
| gia | gramo (s) de ingrediente activo |
| ha | hectárea (s) |
| HA | Humedad Aprovechable del suelo |
| HFA | Humedad Fácilmente Aprovechable |
| hl | hectolitro (s) |
| IMTA | Instituto Mexicano en Tecnología del Agua |
| INIFAP | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias |
| K | potasio |
| kg | kilogramo (s) |
| kg/ha | kilogramo (s) en una hectárea |
| kg/hl | kilogramo (s) por hectolitro |
| l | litro (s) |
| l/ha | litro (s) en una hectárea |
| m | metro (s) |
| m ² | metro(s) cuadrado (s) |
| m ³ | metro(s) cúbico (s) |
| m ³ /ha | metro(s) cúbico (s) en una hectárea |
| MBHP | Mosca Blanca de la Hoja Plateada |





| | |
|-------|---|
| Mg | magnesio |
| MIP | Manejo Integrado de Plagas |
| ml | mililitro (s) |
| ml/ha | mililitro(s) en una hectárea |
| ml/kg | mililitro(s) por cada kilogramo |
| mm | milímetro (s) |
| N | nitrógeno |
| N/ha | nitrogeno en una hectárea |
| P | fósforo |
| pH | potencial de hidrógeno |
| PMP | Humedad del suelo a Punto de Marchitez Permanente |
| ppm | partes por millón |
| rpm | revoluciones por minuto |
| S | Azufre |
| t | tonelada (s) |
| t/ha | tonelada(s) en una hectárea |
| TS | Tratamiento a la Semilla |



ACTUALIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS AGENDAS TÉCNICAS AGRÍCOLAS

Mapas de potencial productivo para el estado de Sinaloa

Los mapas de distribución potencial de los cultivos del estado corresponden a las zonas con características socioeconómicas homogéneas para la actividad agropecuaria, forestal, acuícola y agroindustrial bajo condiciones de riego, drenaje, de temporal y de acuicultura, definidas por la SAGARPA como Distritos de Desarrollo Rural (DDR).

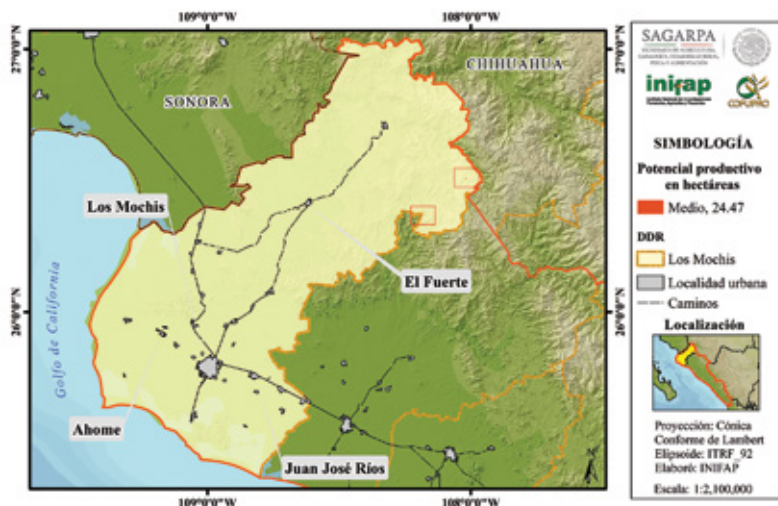
Los cultivos se eligieron según su importancia productiva a nivel estatal, de acuerdo con las publicaciones “Monitor Agroeconómico” de la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios de la SAGARPA, y del “Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México” de la SAGARPA-INIFAP.

Para el estado de Sinaloa se realizaron 48 mapas considerando los cultivos de caña de azúcar, chile, higuera, jitomate, maíz, mango, naranja y sorgo. Dichos cultivos se presentaron, en su mayoría, en los seis DDR del estado.

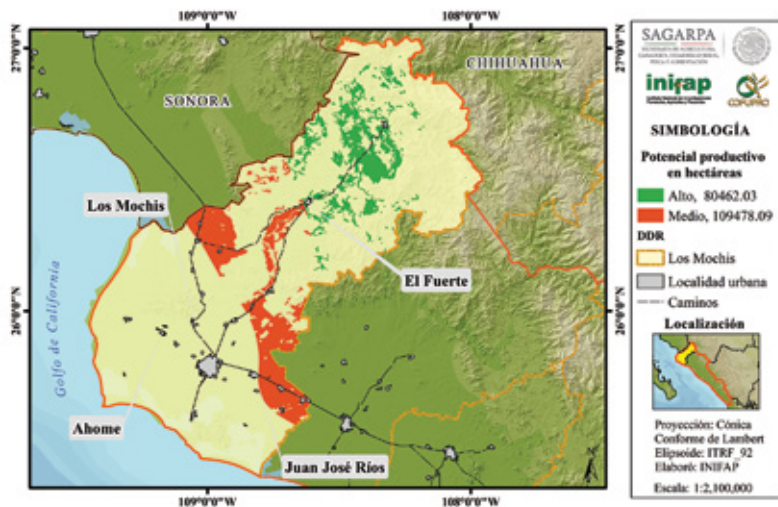
Esta información se complementa con mapas estatales de edafología, uso de suelo y vegetación, población, precipitación anual y temperatura media anual.



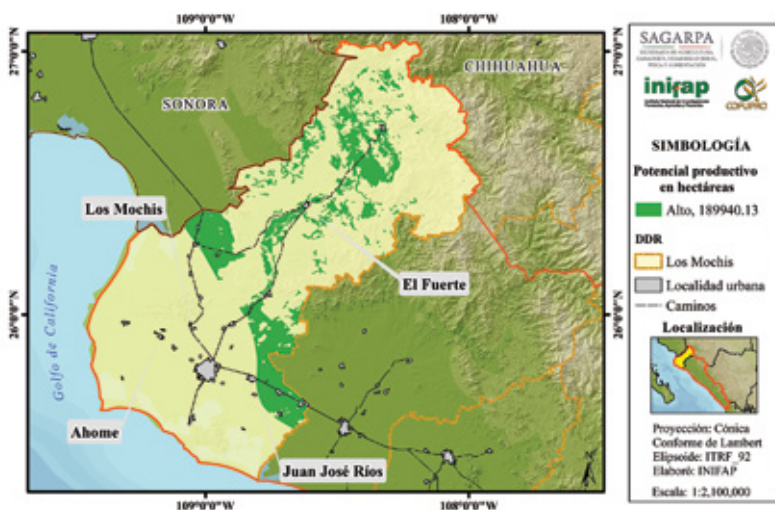
Distribución potencial del cultivo de caña de azúcar en el DDR Los Mochis, Sinaloa



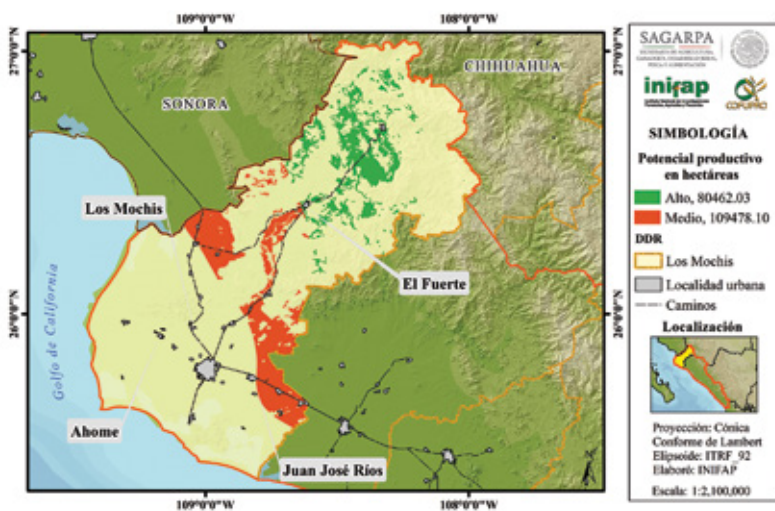
Distribución potencial del cultivo de chile en el DDR Los Mochis, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de higuerrilla en el DDR Los Mochis, Sinaloa

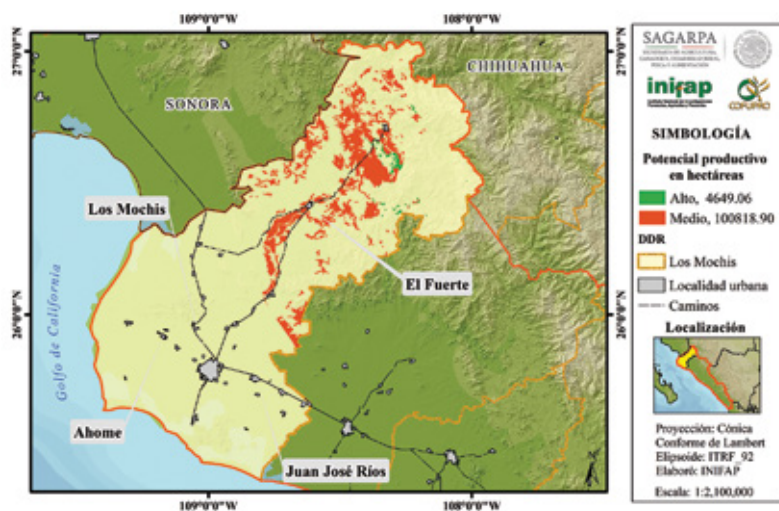


Distribución potencial del cultivo de jitomate en el DDR Los Mochis, Sinaloa

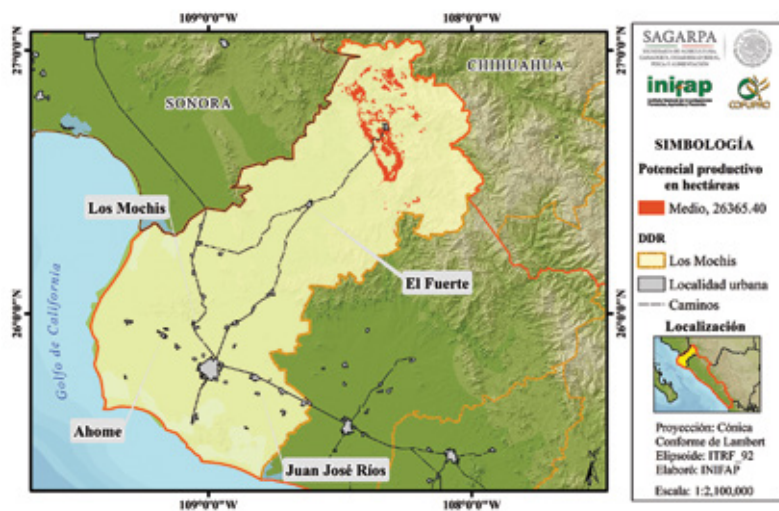




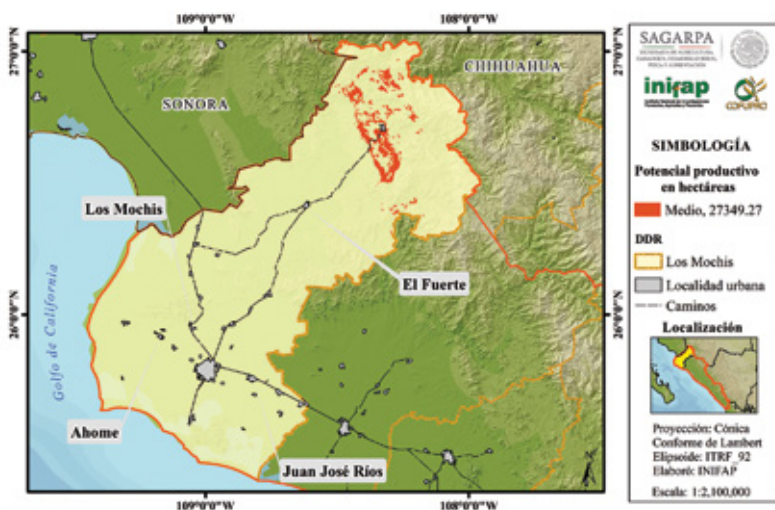
Distribución potencial del cultivo de maíz en el DDR Los Mochis, Sinaloa



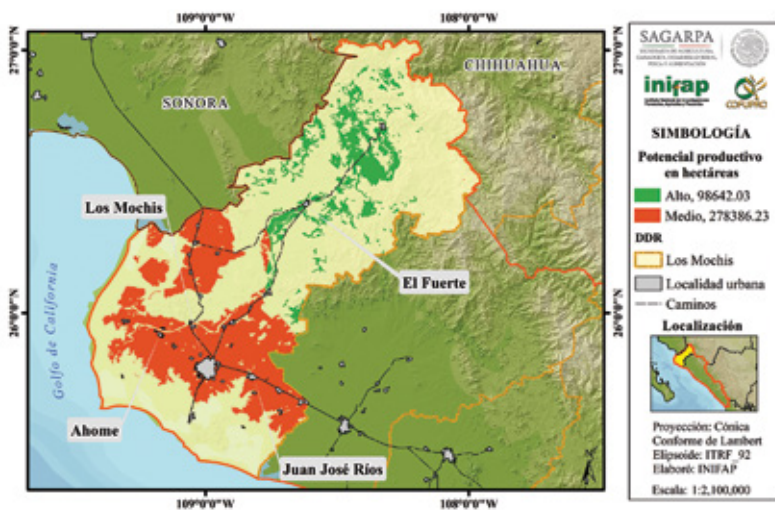
Distribución potencial del cultivo de mango en el DDR Los Mochis, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de naranja en el DDR Los Mochis, Sinaloa

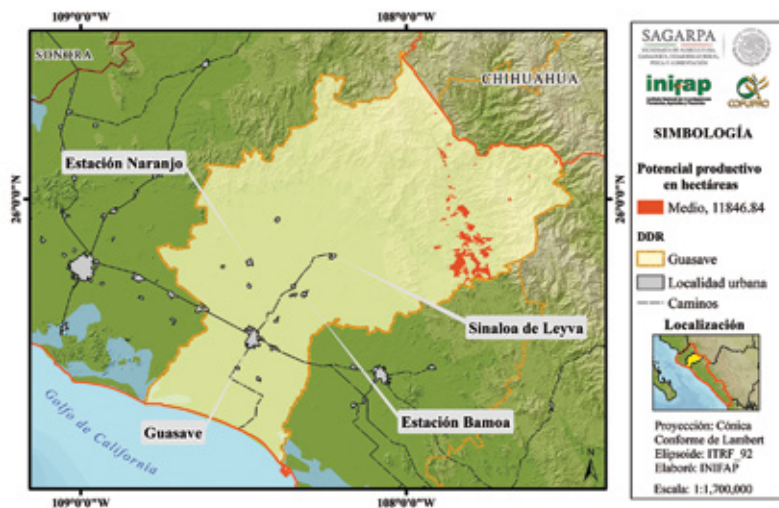


Distribución potencial del cultivo de sorgo en el DDR Los Mochis, Sinaloa

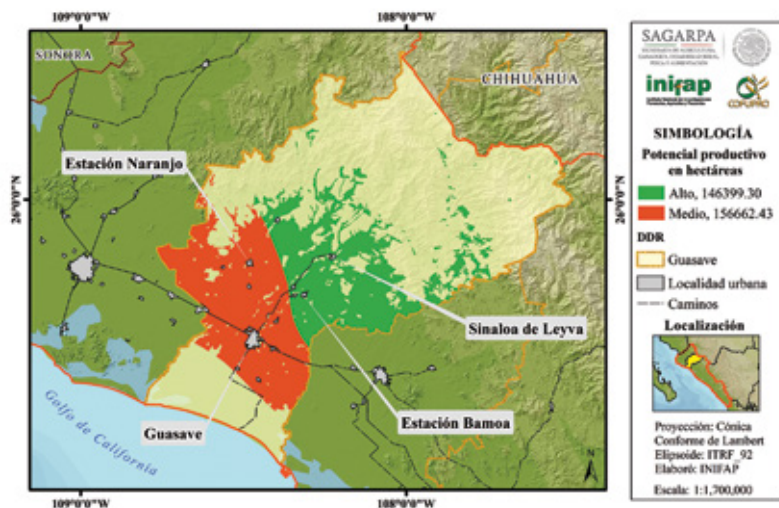




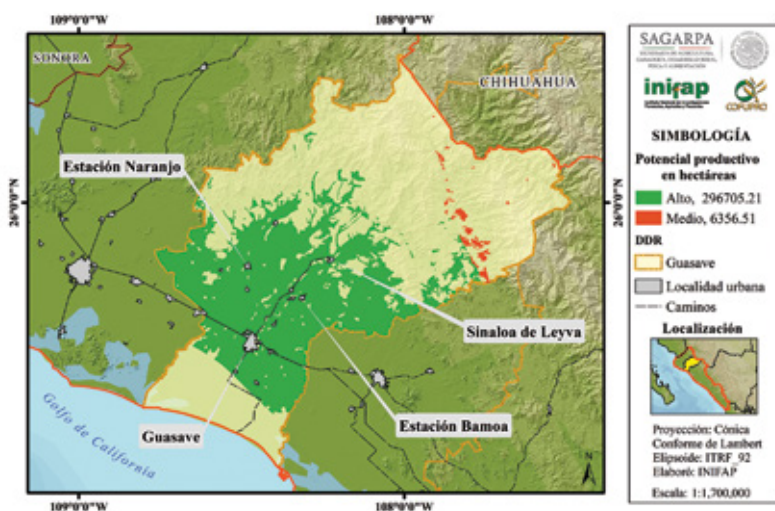
Distribución potencial del cultivo de caña de azúcar en el DDR Guasave, Sinaloa



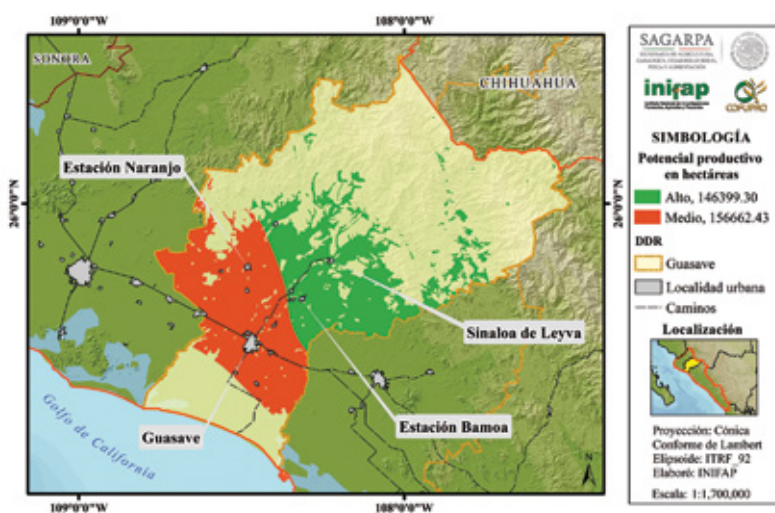
Distribución potencial del cultivo de chile en el DDR Guasave, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de higuera en el DDR Guasave, Sinaloa

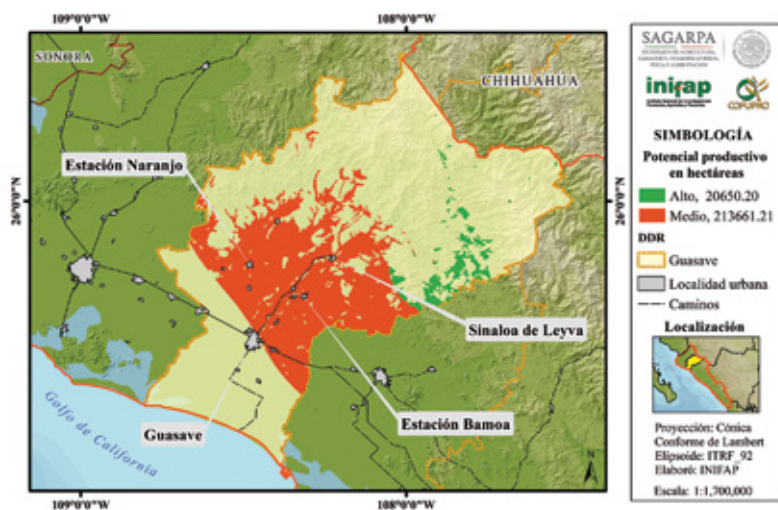


Distribución potencial del cultivo de jitomate en el DDR Guasave, Sinaloa

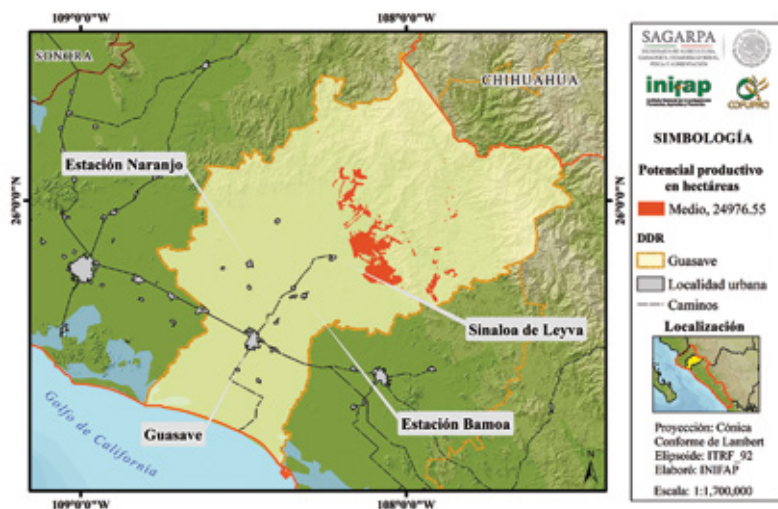




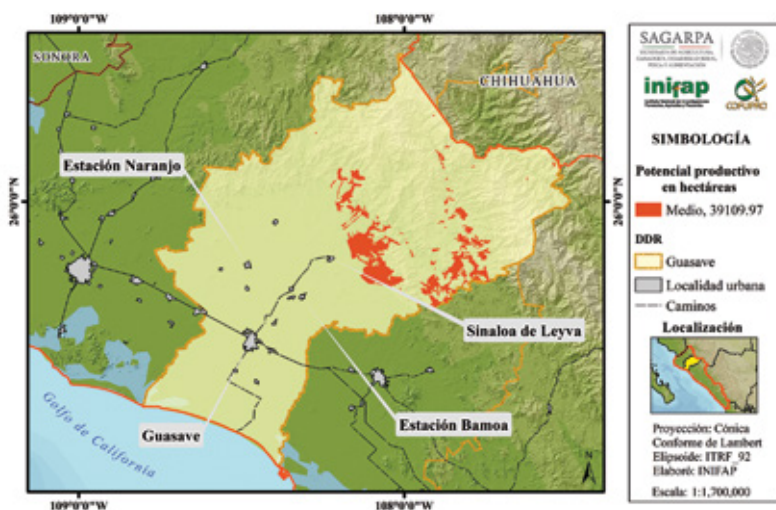
Distribución potencial del cultivo de maíz en el DDR Guasave, Sinaloa



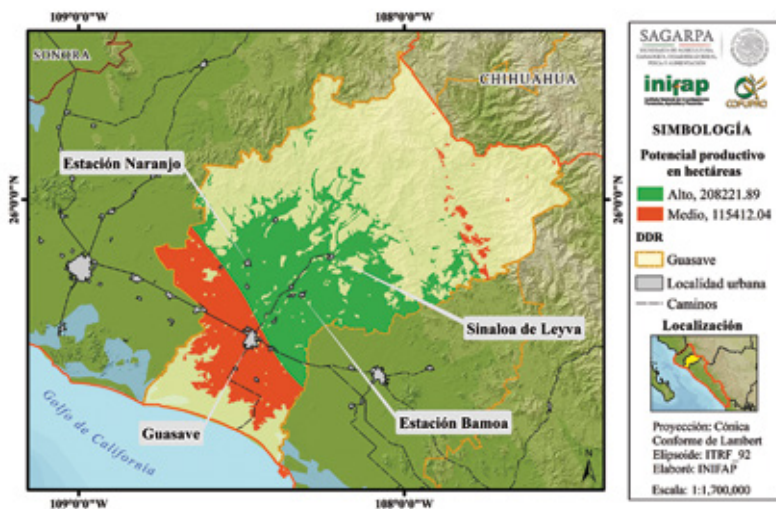
Distribución potencial del cultivo de mango en el DDR Guasave, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de naranja en el DDR Guasave, Sinaloa

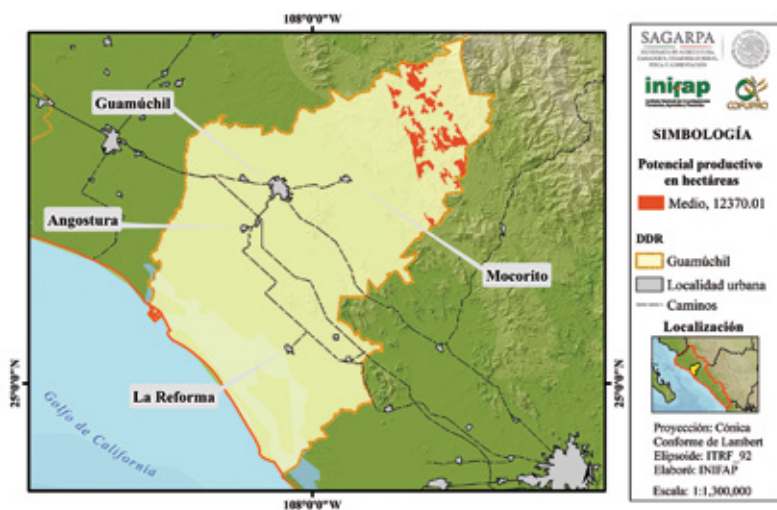


Distribución potencial del cultivo de sorgo en el DDR Guasave, Sinaloa

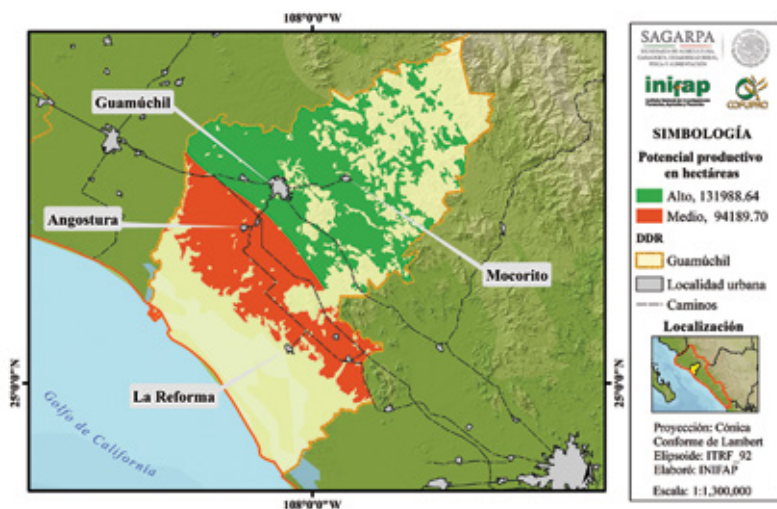




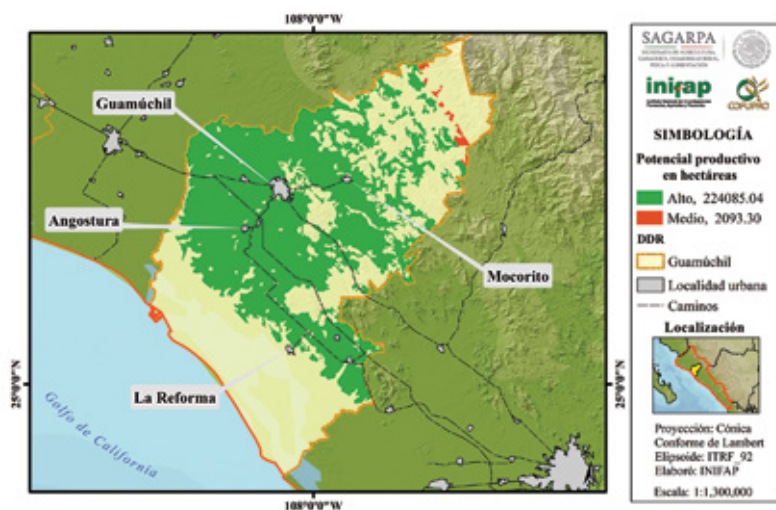
Distribución potencial del cultivo de caña de azúcar en el DDR Guamúchil, Sinaloa



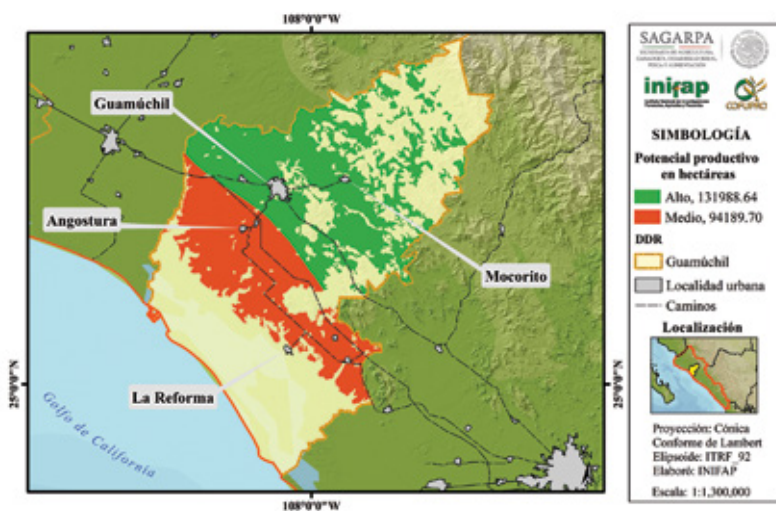
Distribución potencial del cultivo de chile en el DDR Guamúchil, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de higuera en el DDR Guamúchil, Sinaloa

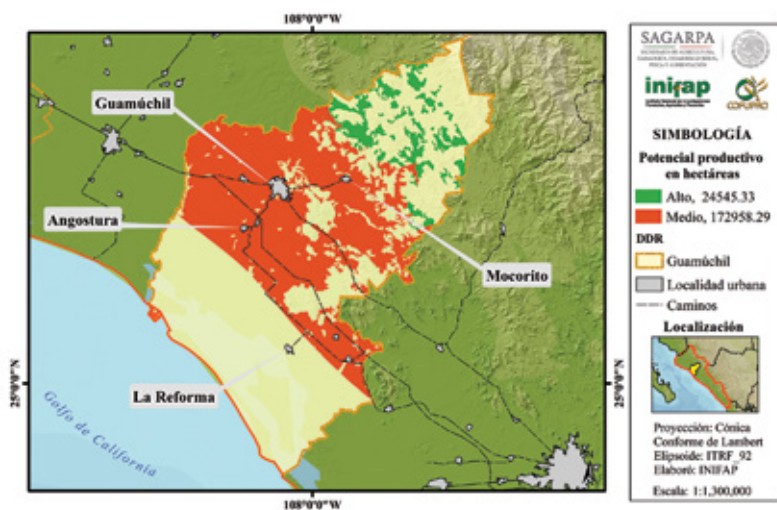


Distribución potencial del cultivo de jitomate en el DDR Guamúchil, Sinaloa

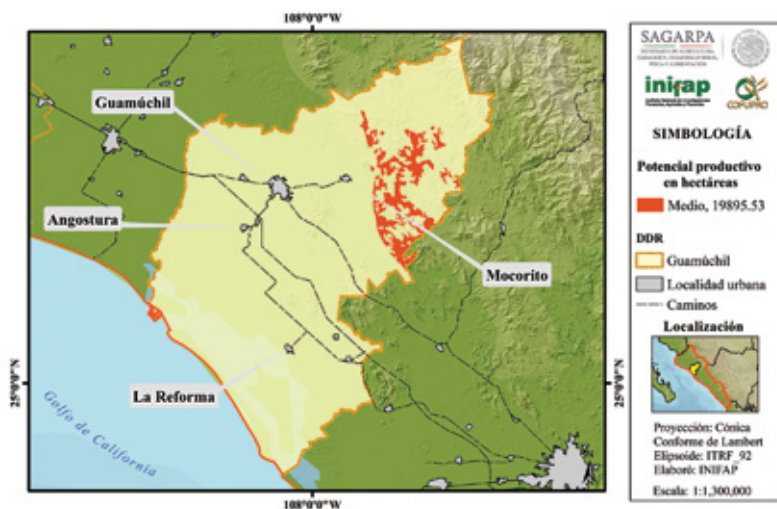




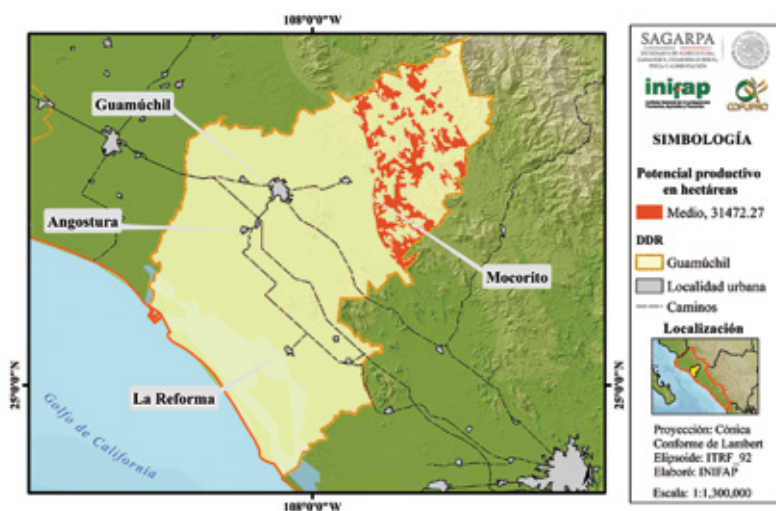
Distribución potencial del cultivo de maíz en el DDR Guamúchil, Sinaloa



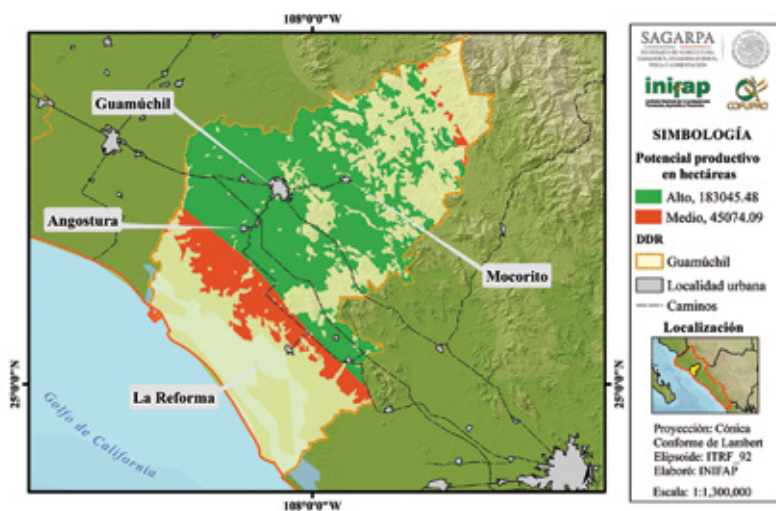
Distribución potencial del cultivo de mango en el DDR Guamúchil, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de naranja en el DDR Guamúchil, Sinaloa

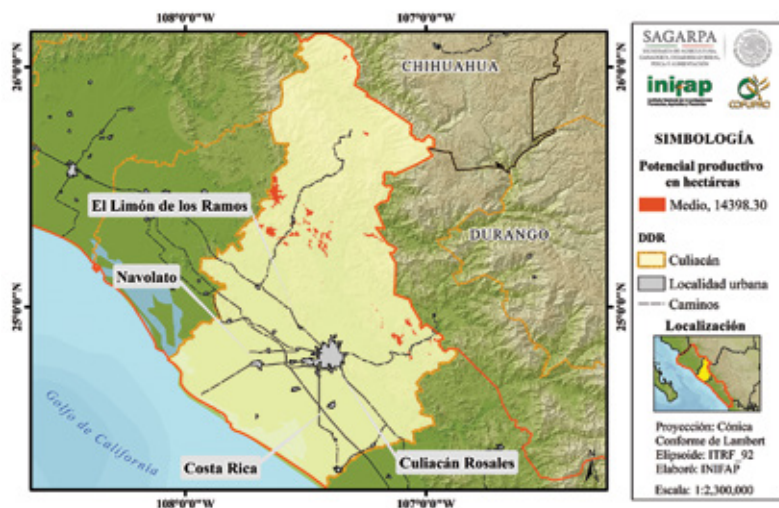


Distribución potencial del cultivo de sorgo en el DDR Guamúchil, Sinaloa

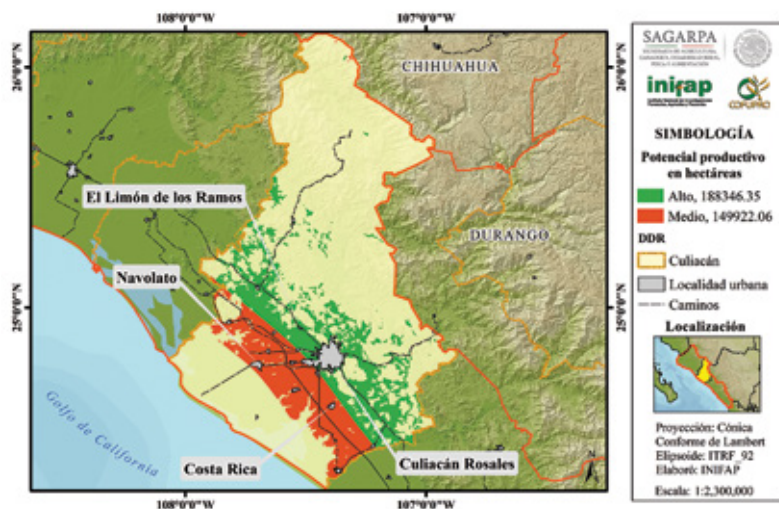




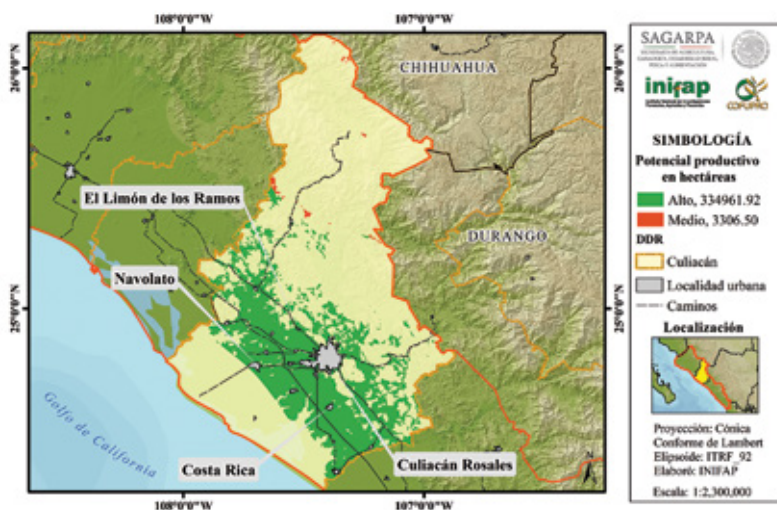
Distribución potencial del cultivo de caña de azúcar en el DDR Culiacán, Sinaloa



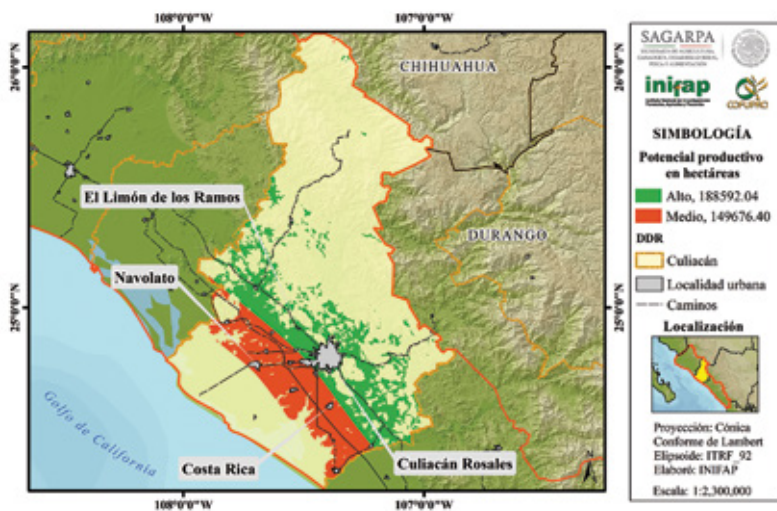
Distribución potencial del cultivo de chile en el DDR Culiacán, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de higuera en el DDR Culiacán, Sinaloa

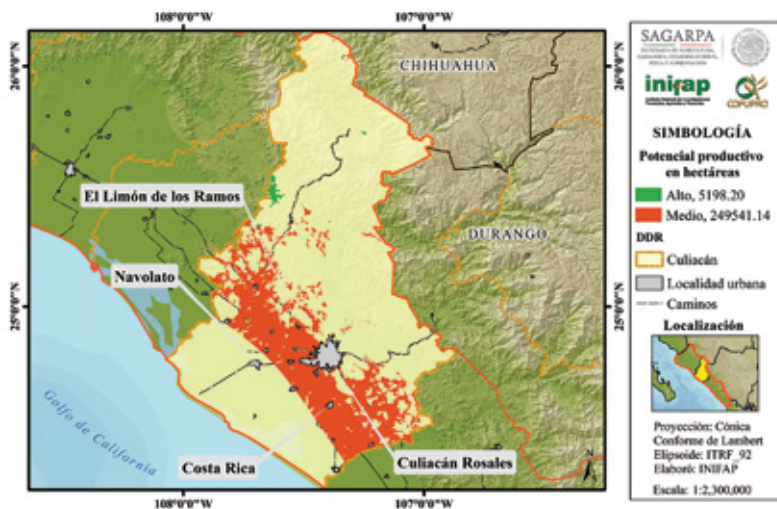


Distribución potencial del cultivo de jitomate en el DDR Culiacán, Sinaloa

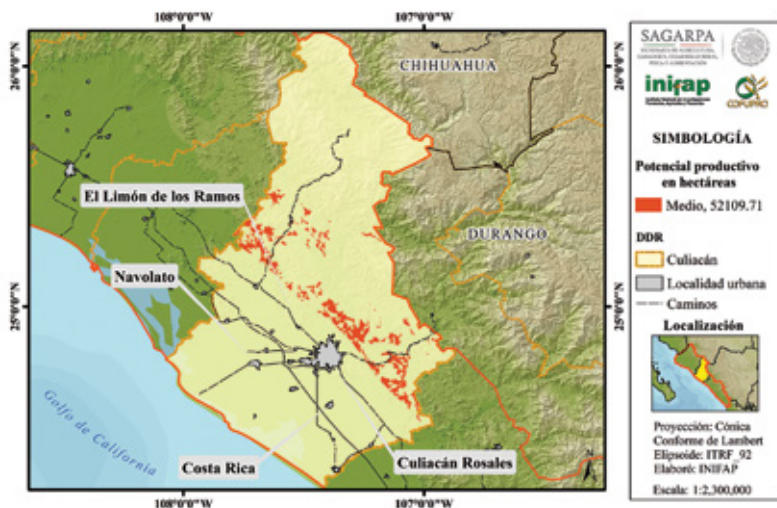




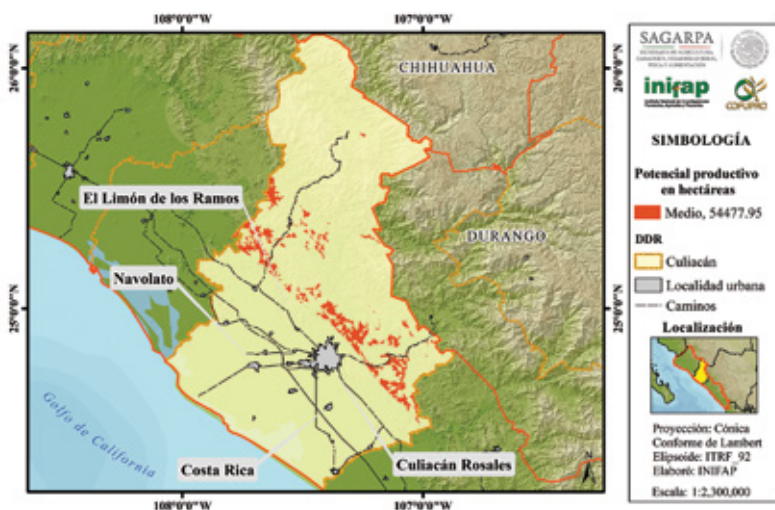
Distribución potencial del cultivo de maíz en el DDR Culiacán, Sinaloa



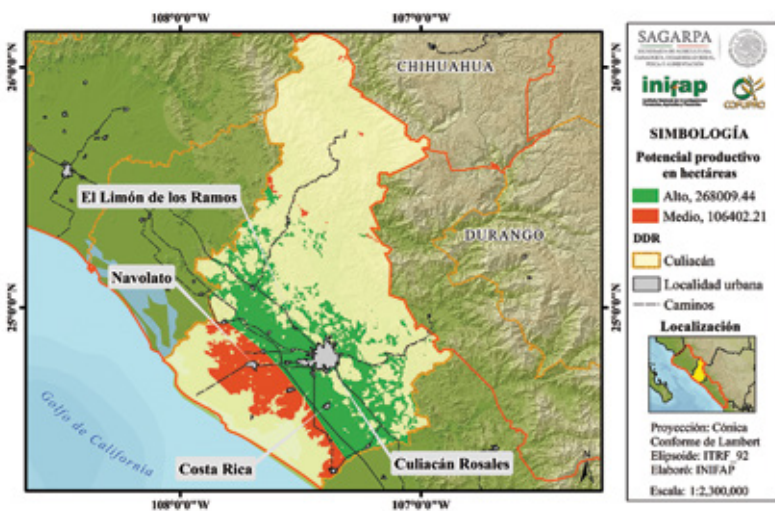
Distribución potencial del cultivo de mango en el DDR Culiacán, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de naranja en el DDR Culiacán, Sinaloa

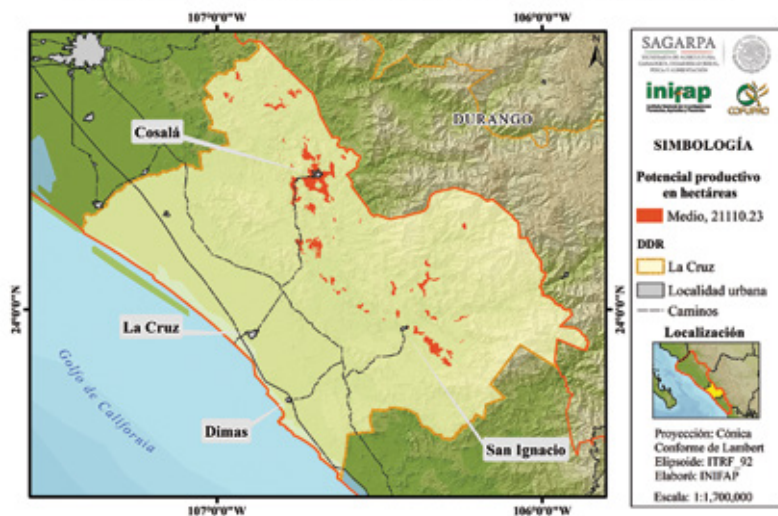


Distribución potencial del cultivo de sorgo en el DDR Culiacán, Sinaloa

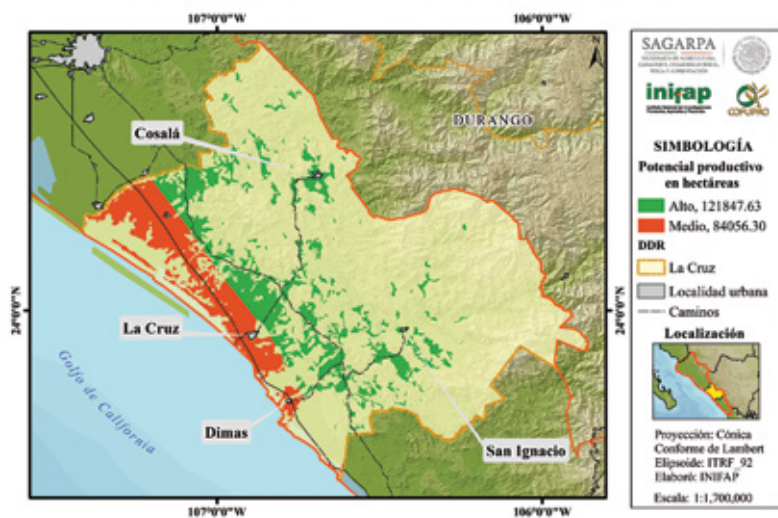




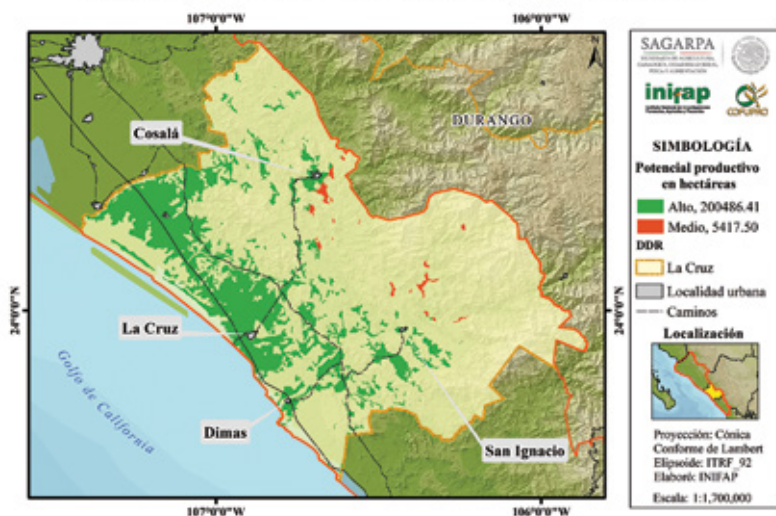
Distribución potencial del cultivo de caña de azúcar en el DDR La Cruz, Sinaloa



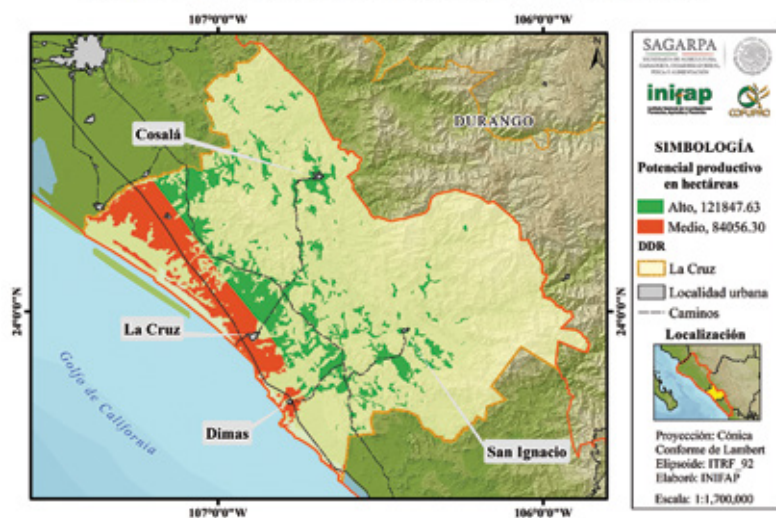
Distribución potencial del cultivo de chile en el DDR La Cruz, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de higuera en el DDR La Cruz, Sinaloa

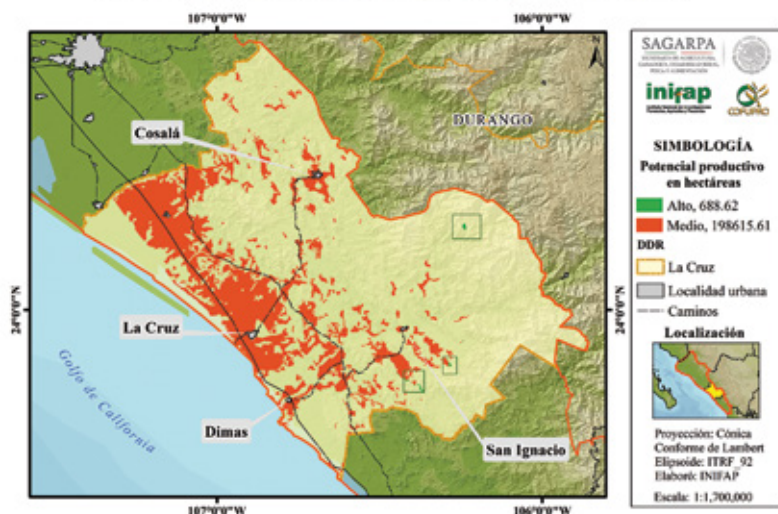


Distribución potencial del cultivo de jitomate en el DDR La Cruz, Sinaloa

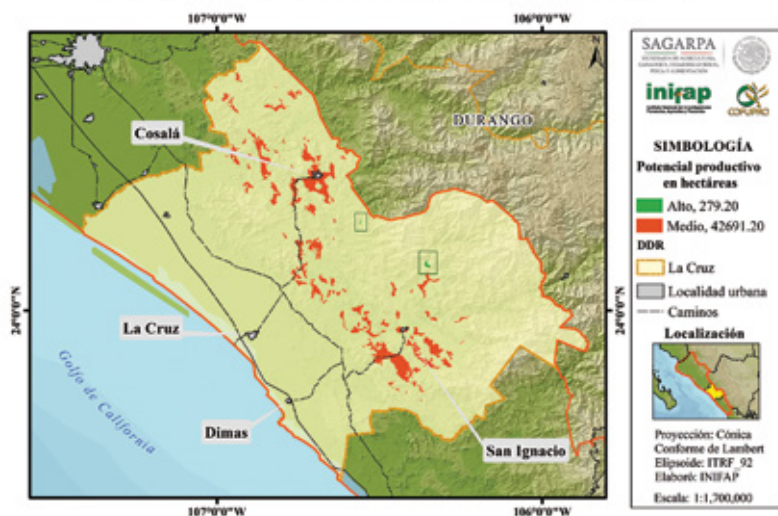




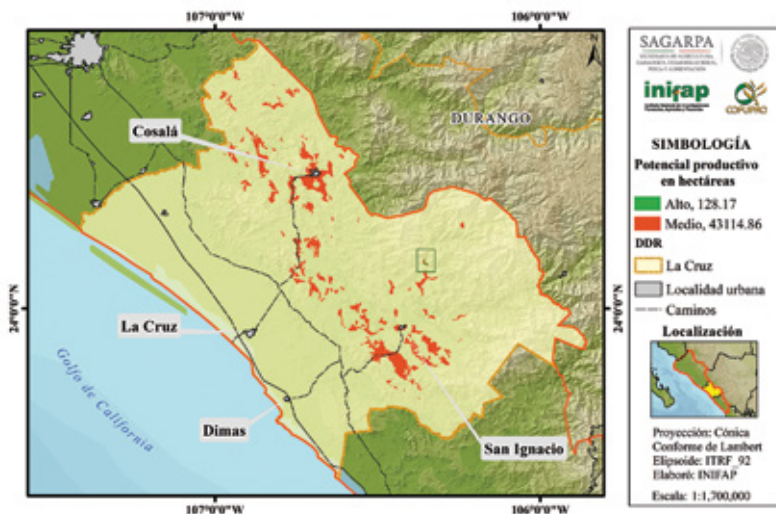
Distribución potencial del cultivo de maíz en el DDR La Cruz, Sinaloa



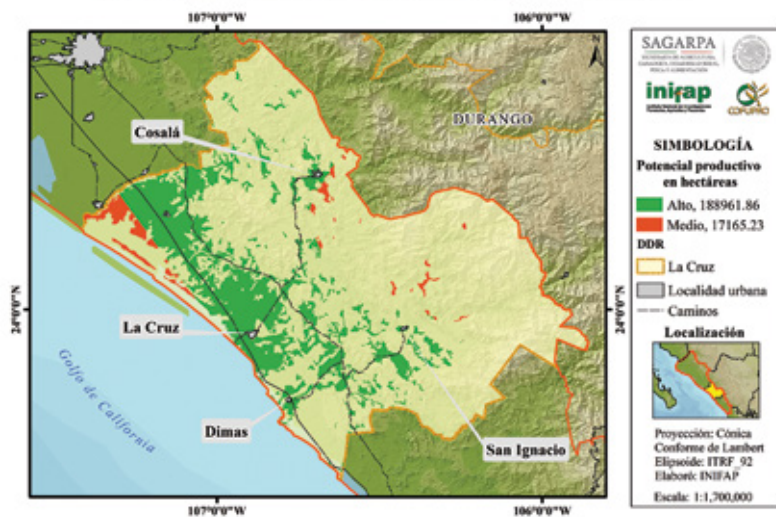
Distribución potencial del cultivo de mango en el DDR La Cruz, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de naranja en el DDR La Cruz, Sinaloa

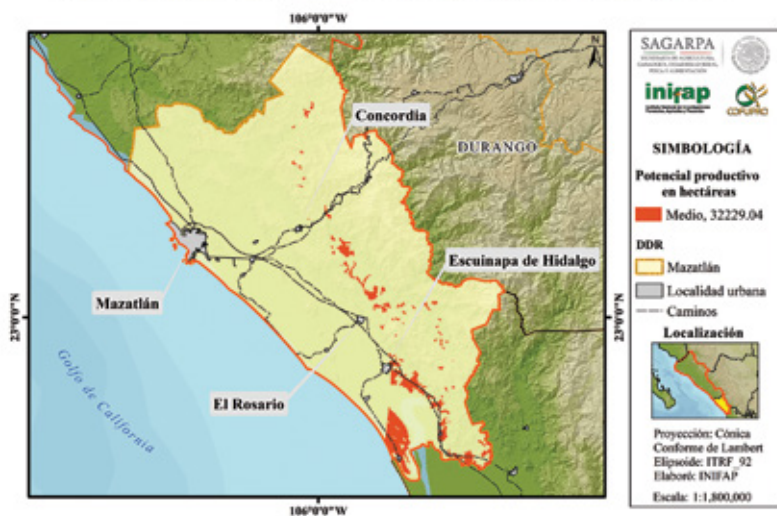


Distribución potencial del cultivo de sorgo en el DDR La Cruz, Sinaloa

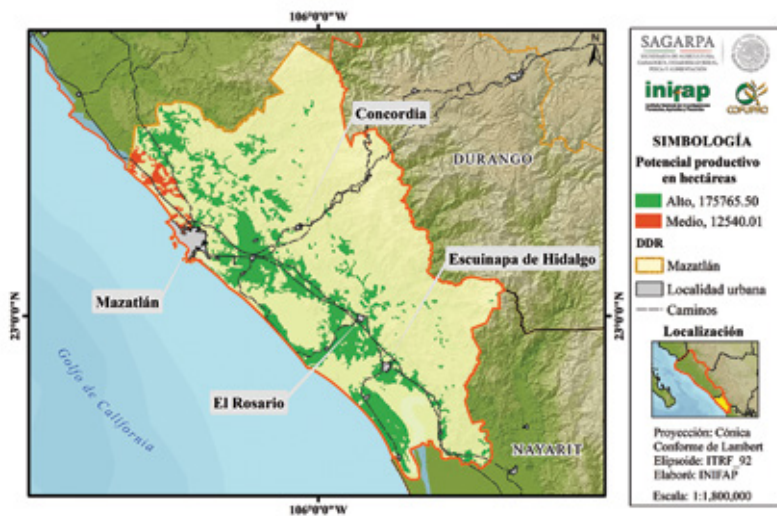




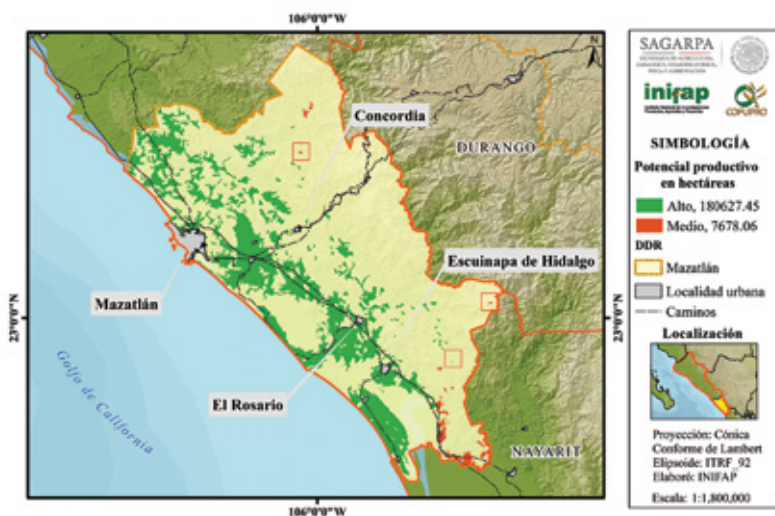
Distribución potencial del cultivo de caña de azúcar en el DDR Mazatlán, Sinaloa



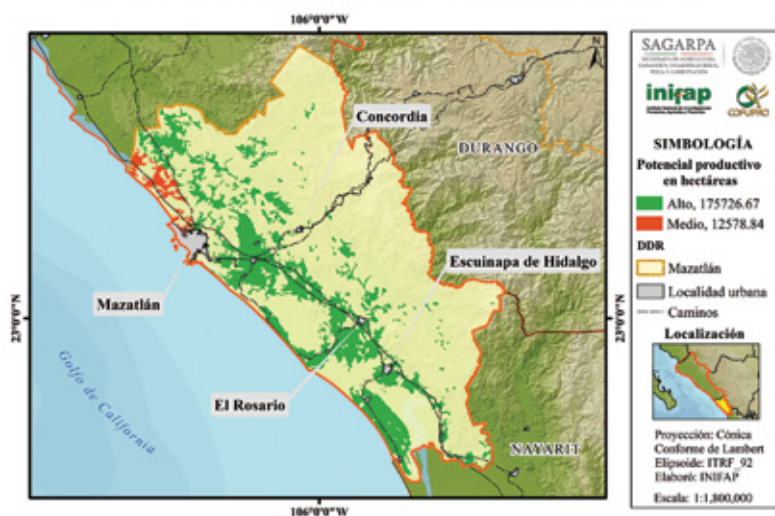
Distribución potencial del cultivo de chile en el DDR Mazatlán, Sinaloa



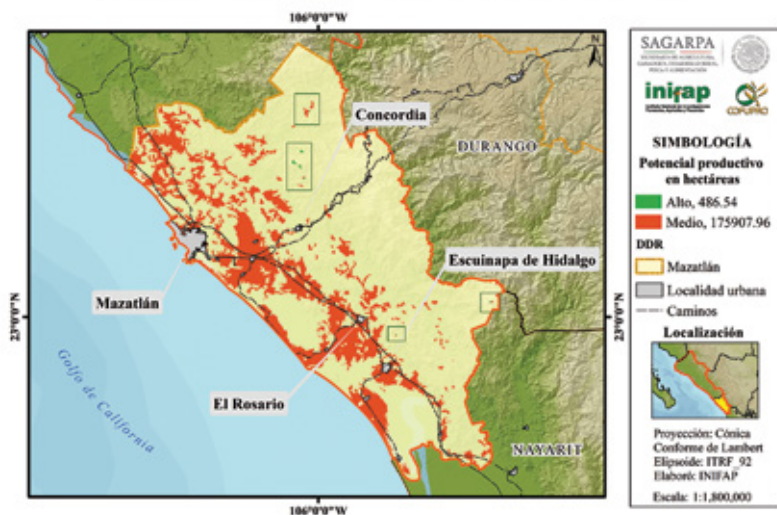
Distribución potencial del cultivo de higuera en el DDR Mazatlán, Sinaloa



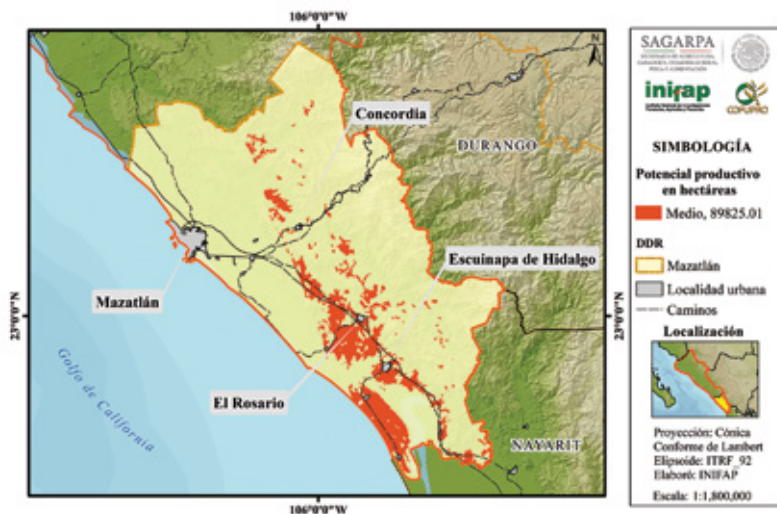
Distribución potencial del cultivo de jitomate en el DDR Mazatlán, Sinaloa



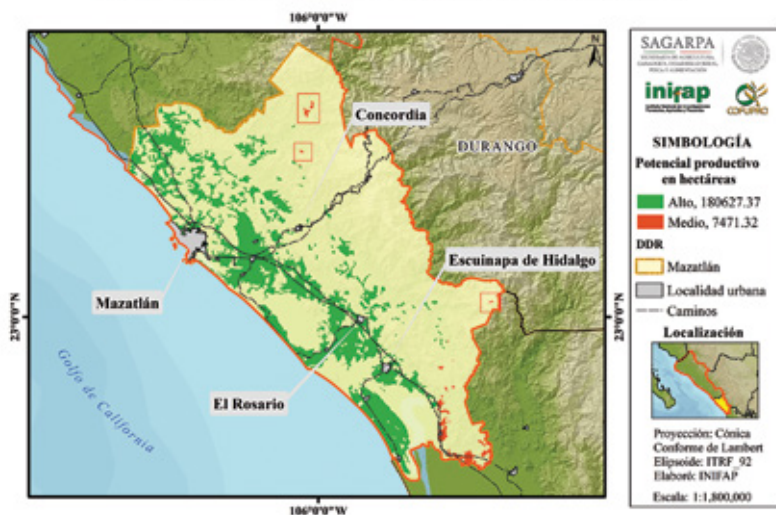
Distribución potencial del cultivo de maíz en el DDR Mazatlán, Sinaloa



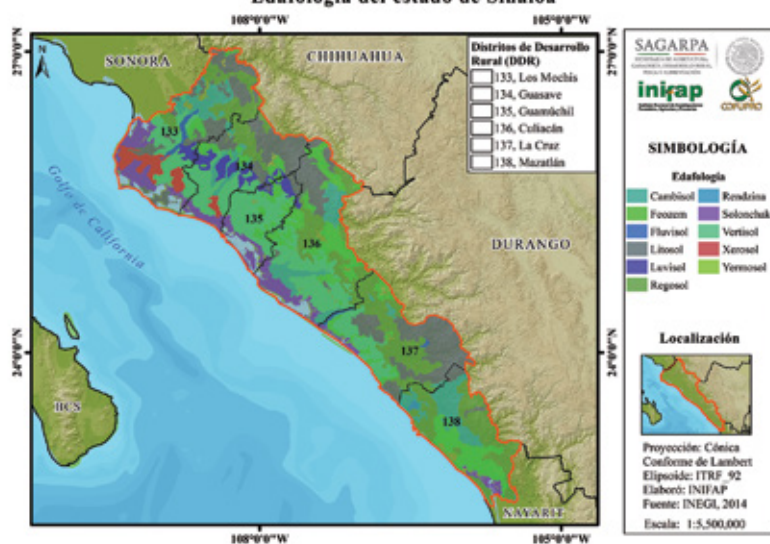
Distribución potencial del cultivo de naranja en el DDR Mazatlán, Sinaloa



Distribución potencial del cultivo de sorgo en el DDR Mazatlán, Sinaloa

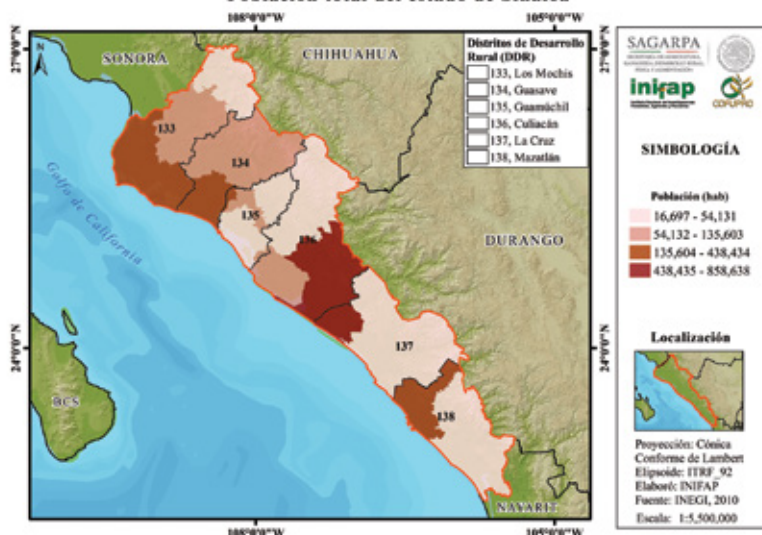


Edafología del estado de Sinaloa

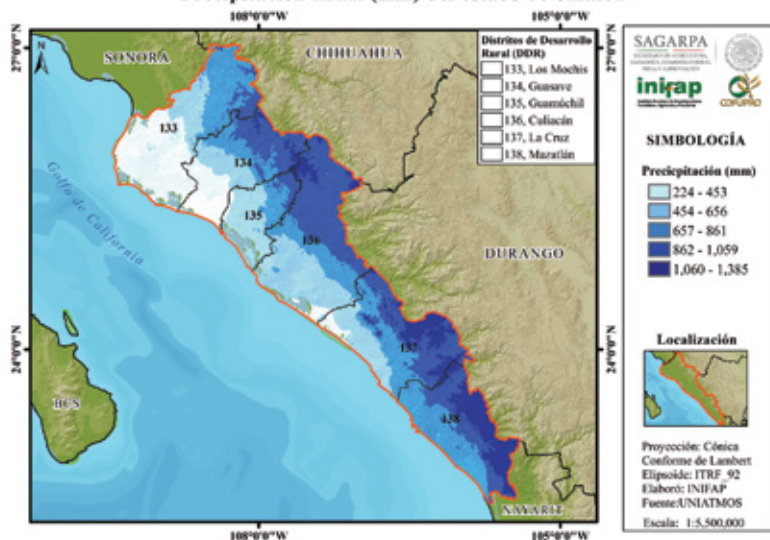




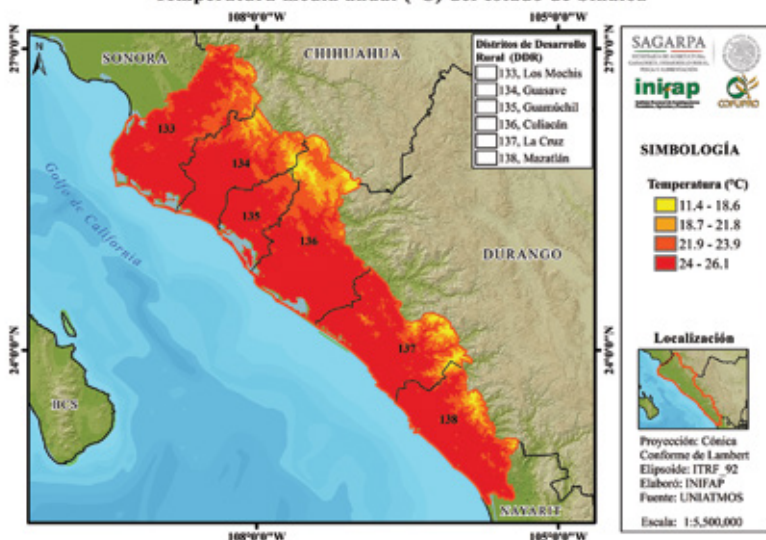
Población total del estado de Sinaloa



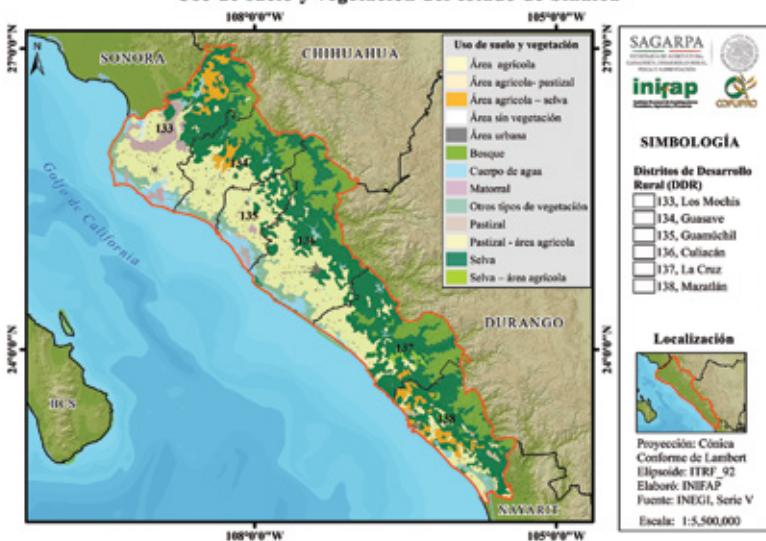
Precipitación anual (mm) del estado de Sinaloa



Temperatura media anual (°C) del estado de Sinaloa



Uso de suelo y vegetación del estado de Sinaloa





AGRADECIMIENTOS

El INIFAP extiende un reconocimiento a sus investigadores y directivos quienes, con su trabajo y experiencia, hicieron posible la realización de una Agenda Técnica para cada entidad federativa de México.

COORDINACIÓN GENERAL DE LA OBRA

MC. Georgel Moctezuma López

MC. Antonio González Hernández

Dr. Martín Enrique Romero Sánchez

Dr. Ramiro Pérez Miranda

Dr. Carlos Román Castillo Martínez

COMPILADORES

Dr. Juan Manuel Ramírez Díaz

MC. Jesús Pérez Márquez

MC. Jaime Macías Cervantes

MC. Franklin Gerardo Rodríguez Cota

Ing. Tomas Moreno Gallegos

Dr. Víctor Valenzuela Herrera

MC. Jaime Macías Cervantes



MC. Ernesto Sifuentes Ibarra
Dr. Edgardo Cortez Mondaca
MC. Jesús Asunción López Guzmán
Ing. Alfredo Loaiza Meza
Ing. Juan Esteban Reyes Jiménez
MC. Daniel González González
MC. Jesús Martín Moreno Hernández
MC. Jesús Pérez Márquez
MC. Luis Alberto Peinado Fuentes
MC. Genny Llaven Valencia
Dr. Sixto Velarde Félix
MC. Raúl Hipólito Saucedo Acosta









